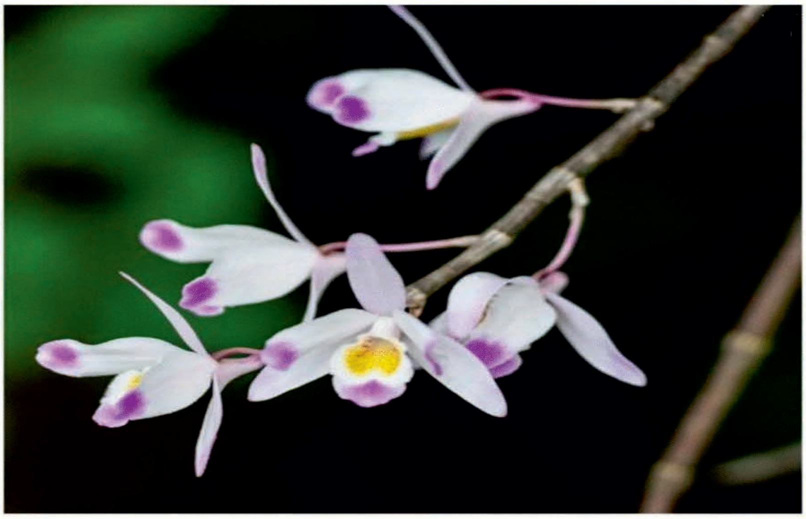
डिसेंबर २०२१-जानेवारी २०२२



शैक्षणिक संदर्भ

अंक १३३

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

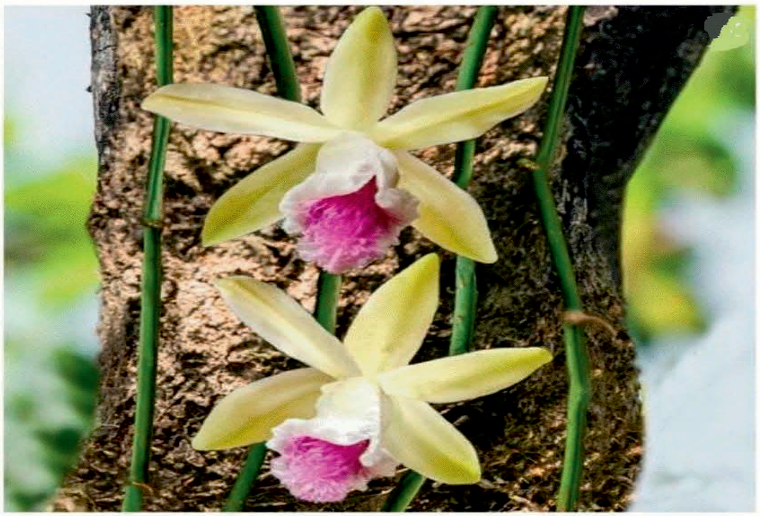












संपादक :
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,
यशश्री पुणेकर, संजीवनी आफळे

शैक्षणिक
संदर्भ
अंक १३३
डिसेंबर २०२१–जानेवारी २०२२
पालकनीती परिवारासाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

मांडणी :
प्रियदर्शिनी कर्वे
मुखपृष्ठ मांडणी :
अभय ढमढेरे

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक,
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे – ४११ ००४.
फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com
web-site : www.sandarbhsociety.org

इ–पेमेंट करीता तपशील:
Sandarbh Society
Account No.: 20047006634
Bank of Maharashtra,
Mayur Colony, Pune
IFS Code: MAHB0000852

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी'या नावे काढावेत.

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

मुखपृष्ठाविषयी

प्रत्येक सजीवाच्या डीएनएमध्ये त्याची ओळख करून देणारे विशिष्ट गुण असतात. म्हणजे असं की या डीएनएची रचना सगळ्या वनस्पती आणि प्राण्यांसाठी वेगवेगळी असते आणि त्यावरून त्यांना ओळखता येतं. याला शास्त्रज्ञांनी 'डीएनए बारकोड' असं नाव दिलं आहे.

आशियातील मुख्यत: चीन, जपान, कोरियामध्ये आणि शिवाय मलेशिया, फिलिपाईन्स, थायलंड, बांगलादेश, नेपाळ, भारत या देशांमध्ये सुद्धा हर्बल औषधे तयार करण्यासाठी ऑर्किडच्या जंगलात आढळणाऱ्या वेगवेगळ्या प्रजातींचे ताजे आणि वाळलेले कंद आणि खोडं वापरली जातात. आंतरराष्ट्रीय बाजारामध्ये अशा औषधी ऑर्किडचा अवैधरीत्या व्यापार केला जातो आणि त्यामुळे त्यापैकी काही प्रजाती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत.

या कंदांवरून आणि खोडांवरून ऑर्किडची प्रजाती ओळखणे जिकीरीचे असते. यासाठी नेपाळमधील शास्त्रज्ञांनी डीएनए बारकोडींग या तंत्राचा वापर करून औषधी ऑर्किडच्या ३८० प्रजातींच्या डीएनए अनुक्रमांची लायब्ररी तयार केली आहे. याच्याशी कंद किंवा खोडाच्या नमुन्याचा डीएनए अनुक्रम ताडून ऑर्किडची कोणती प्रजाती आहे ते ओळखता येते आणि त्यांच्या अवैध व्यापाराला आळाही घालता येतो. मुखपृष्ठावर दिसत आहेत औषधी ऑर्किडच्या काही प्रजाती.

असा हा सजीवांच्या कोणत्याही प्रजातीची ओळख पटवून देणारा डीएनए बारकोड म्हणजे काय आणि त्याचे उपयोग कोणते याविषयी वाचा **'सजीवांचा बारकोड'** या लेखात.

❖ मुखपृष्ठावरील चित्र: https://www.nature.com/articles/s41598-021-03025-0

❖ अंकातील इतर सर्व चित्रे इंटरनेटवरून साभार.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १३३ ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०२१

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १३२

लेख: कहाणी ड जीवनसत्त्वाची

सप्रेम नमस्कार. डॉ. सुहास नेनेंनी लिहिलेला व्हिटॅमिन डी वरचा लेख वाचला. फारच सुंदर सोपी करून माहिती दिलेली आहे. सामान्यांना समजेल असे, सहज करता येतील असे उपाय पण सांगितले. आभारी आहे, अशा सुंदर लेखाबद्दल.

दिलीप भगवानराव सावरकर

†††

लेख: हिवतापावर लस

आपला हिवतापाच्या लसीबद्दल प्रसिद्ध झालेला लेख उद्बोधक आहे. ही लस अपेक्षेप्रमाणे व्यापकरित्या परिणाम साधेल अशी आशा करूयात.

डॉ सविता पुंडलिक

†††

लेख: विज्ञान आणि राष्ट्र – योद्धे वैज्ञानिक

Dear team members, It is a very interesting topic we read. We would like to know more about it. Thanks & Regards. **हेमलता अष्टेकर**

होरेस वेल्स आणि भूलभुलैय्या

लेखक : डॉ. नितीन हांडे

पु. ल. देशपांडे यांचे एक वाक्य आठवते, "मला तथाकथित अवतारी पुरुषांपेक्षा, ज्या व्यक्तीने भूल देण्याचे औषध शोधून काढले त्याचा आदर वाटतो." खूप महत्त्वाचं वाक्य आहे. बुवा, बापू, अम्मा, फेकू इत्यादी मंडळी केवळ शब्दांचे बुडबुडे उडवतात, ऐकताना काही क्षण मानवाला दिलासा मिळतो. पण ना दुःख कमी होते ना वेदना. मानवाच्या आयुष्यातील वेदना कमी करण्याचं खूप मोठं काम भूलतज्ञ आणि प्रतिजैविकं यांनी केलं आहे. मात्र नायट्रस ऑक्साईड हा वायू जगाच्या वेदना शमवू शकेल असा शोध ज्या शास्त्रज्ञाने लावला, त्याच्या हयातीमध्ये त्याला याचं श्रेय कधीच मिळालं नाही. शेवटी स्वतःच्या मानसिक वेदना शमवण्यासाठी त्याला मृत्यूचा आधार घ्यावा लागला.

भूल देऊन शस्त्रक्रिया करण्याची सोय नव्हती तेव्हा कसं होत असेल, याची आपण कल्पना करणेही अशक्य आहे. युद्धामध्ये जखम झाली की सैनिकांना प्रतिजैविकाअभावी गँगरीन व्हायचं आणि तो भाग काढून टाकला नाही तर जीवावर बेतायचं. तो भाग काढून टाकताना होणाऱ्या वेदना... त्या कोण सहन करणार, त्यापेक्षा लोक मृत्यू पत्करायचे. सन ११९९ मध्ये इंग्लंडचा राजा रिचर्ड लायनहार्ट तर १७१५ मध्ये फ्रेंच राजा चौदावा लुई

असेच गँगरीन होऊन मेले होते. छोट्या-मोठ्या शस्त्रक्रियांमध्ये अफू, दारू, संमोहन इत्यादी बाबींचा प्रयोग व्हायचा परंतु 'फूलप्रुफ वेदनारहित शस्त्रक्रिया' शक्य झाली नव्हती.

खरंतर हम्फ्री डेव्ही (मायकल फॅरडेचा गुरू कम शत्रू) यांनी १७९९ मध्येच प्रयोगांमधून नायट्रस ऑक्साईडचा (हास्य वायू) वापर करून या वायूचे सेवन मानवी शरीराला अपायकारक नाही हे दाखवून दिले होते. मात्र पुढील अनेक दशके त्यावर संशोधन झाले नव्हते. या वायूचा वापर वेदनाशामक म्हणून करण्याचे होरेस वेल्स याला सुचले.

होरेस वेल्स... उणेपुरे ३३ वर्षं आणि ३ दिवसांचं आयुष्य लाभलेला हा शास्त्रज्ञ. मात्र मृत्युनंतरच त्याच्या संशोधनाचं चीज झालं, वेदनाशामक म्हणून नायट्रस ऑक्साईडचा वापर केला जाऊ लागला आणि त्याला या संशोधनाचे श्रेय देखील मिळाले.



होरेस वेल्स (१८१५ – १८४८)

होरेस वेल्स... अमेरिकन दंतवैद्य.. अमेरिकेतील वरमॉन्ट राज्यातील हार्टफोर्ड शहरात एका सधन कुटुंबात २१ जानेवारी १८१५ रोजी होरेसचा जन्म झाला. तीन भावंडांपैकी हा थोरला. घरी जमीनजुमला, पैसा-अडका मजबूत होता, अगदी खाजगी शिकवणी लावून मोठ्या आरामात शिक्षण पूर्ण करता आले. होरेस १४ वर्षांचा असताना त्याचे वडील आजारी पडले होते, वेदनेने प्रचंड तळमळत होते. डॉक्टरने होरेसलाच वडिलांवर लक्ष ठेवायला सांगितलं होतं. त्याच वेळेस त्यांच्या खोलीमध्ये रस्ता चुकून एक

वटवाघुळ घुसलं. त्याची बाहेर जायची धडपड सुरू झाली. वडिलांची आणि वटवाघळाची असहाय्य खटपट होरेसला सेम वाटली, वडिलांची खूप दया आली. तेव्हाच भाऊने ठरवलं, की आपण आयुष्यात लोकांच्या वेदना कमी करायचं काम करायचं.

होरेसने १९ वर्षाचा असताना बोस्टनमध्ये एका दंतवैद्याकडे दोन वर्षं उमेदवारी करून लवकरच १८३६ मध्ये स्वतःचा दंतवैद्याचा व्यवसाय सुरू केला. लोकांच्या वेदना कमीत कमी व्हाव्यात याची तो शक्य ती काळजी घ्यायचा, शिवाय त्याचे बोलणे देखील खूप गोड असायचे. साहजिकच त्याचा या व्यवसायात चांगलाच जम बसला. त्याच्याकडे आपली अक्कलदाढ काढून घेण्यासाठी अगदी कनेक्टिकटचे गव्हर्नरदेखील आले होते. १८३८ मध्ये त्याने दातांची निगा कशी राखावी याविषयी संशोधन पुस्तिका प्रसिद्ध केली. जगातले पहिले दंतमहाविद्यालय १८४० मध्ये सुरू झाले या पार्श्वभूमीवर आपल्याला होरेसच्या संशोधन पुस्तिकेचे महत्त्व पटेल.

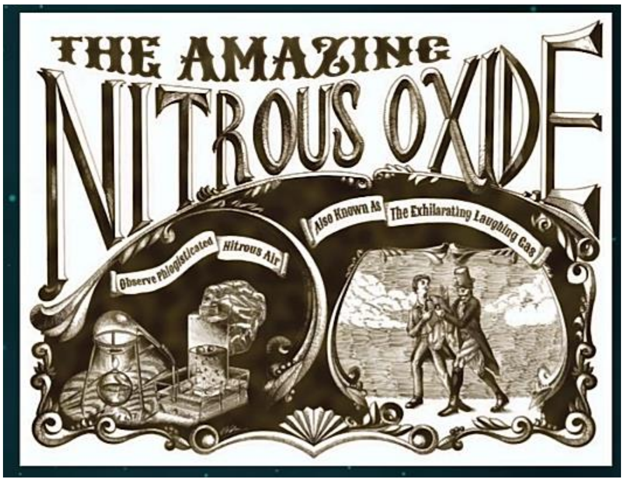


त्याची वाढती लोकप्रियता पाहून उमेदवारी करण्यासाठी त्याच्याकडे अनेक तरुण येऊ लागले. जॉन रिग्स, विल्यम मॉर्टन आणि सीए किंग्जबरी हे तिघे त्याच्याकडे उमेदवारी केलेल्यांपैकी उल्लेखनीय असे म्हणावे लागतील. किंग्जबरीने पुढे जाऊन डेंटल स्कूल काढले, विल्यम मॉर्टन हा व्यवसाय आणि संशोधनामधील स्पर्धक झाला. (पहिली

वेदनारहित शस्त्रक्रिया करण्याची नोंद अनेक वर्षे याच्याच नावावर होती.) जॉन रिग्स हा होरेसचा व्यवसायातील भागीदार झाला.

१८३८ मध्येच होरेसच्या आयुष्याची जोडीदार बनायला एलिझाबेथ आली. या जोडप्याच्या संसारामध्ये चार्ज नावाचा एक गोंडस मुलगा देखील लवकरच दाखल झाला. मात्र एलिझाबेथचा संसार सुखाचा झाला नाही. व्यवसायात जम बसत असतानाच होरेसला एका न कळणाऱ्या आजाराने ग्रासले होते. खाता-पिता रोग आला होता. परिणामी मधल्या काळात त्याने काही दिवस व्यवसाय बंद केला होता. व्यावसायिक कारकिर्दीच्या दहा वर्षांच्या एकूण काळात त्याने सहा वेळा दवाखान्याची जागा बदलली तर नऊ वेळा व्यवसाय बंद करून पुन्हा सुरू केला.

११ डिसेंबर १८४४. शहरामध्ये एक खेळ आला होता. कोल्टन नावाचा एक जादूगार नायट्रस ऑक्साईडचे प्रयोग करणार होता. होरेस आपल्या बायकोला घेऊन तो पाहायला गेला. प्रयोगामध्ये एका स्वयंसेवकाला स्टेजवर सगळ्यांसमोर नायट्रस ऑक्साईडचे सेवन करायला लावण्यात आले. नायट्रस ऑक्साईड वायूने भरलेला थैली त्याच्या नाकासमोर उपडी करण्यात आली. आणि काय

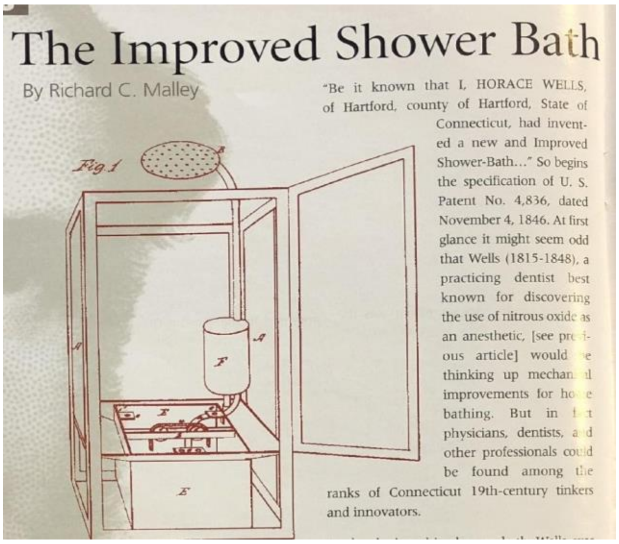


आश्चर्य तो स्वयंसेवक वेदनारहित झाला... लाकडी बाकावरून उडी मारताना धडपडला, चांगला मुका मार लागला, तरी त्याच्या चेहऱ्यावर वेदनेचे काही चिन्ह नव्हते. शुद्धीवर

आल्यावर त्याला दुखायला लागलं होतं, पण दुखतंय का, तो प्रसंग अजिबात आठवत नव्हता.

हे सगळे पाहून होरेसच्या डोक्याची घंटी वाजली. दुसऱ्याच दिवशी या वायूचा प्रयोग करून त्याने दात काढायची शस्त्रक्रिया करायचे ठरवले. आणि अर्थातच यावेळी स्वयंसेवक म्हणून तो स्वतःवर हा प्रयोग करून घेणार होता. त्याने यासाठी कोल्टनला भेटून सगळं समजावून सांगितलं आणि प्रयोगासाठी राजी केलं. कोल्टन गॅस देणार आणि जॉन रिग्ज शस्त्रक्रिया करणार होता. होरेसला अजिबात वेदना न होता त्याची अक्कलदाढ काढली गेली. १२ डिसेंबर १८४४, जगातील पहिली वेदनारहित दंतशस्त्रक्रिया झाली होती.

होरेस केवळ एक दंतवैद्य नव्हता तर एक उद्योजक देखील होता. शॉवरबाथचे पेटंट



The Improved Shower Bath

By Richard C. Malley

"Be it known that I, HORACE WELLS, of Hartford, county of Hartford, State of Connecticut, had invented a new and Improved Shower-Bath..." So begins the specification of U. S. Patent No. 4,836, dated November 4, 1846. At first glance it might seem odd that Wells (1815-1848), a practicing dentist best known for discovering the use of nitrous oxide as an anesthetic, [see previous article] would be thinking up mechanical improvements for home bathing. But in fact physicians, dentists, and other professionals could be found among the ranks of Connecticut 19th-century tinkers and innovators.

घेऊन त्याने पैसे कमावले होते. याशिवाय कलाकृतींची खरेदी-विक्री करण्याचा देखील तो व्यवसाय करत असे. अशा उद्योजकाने प्रसिद्धीची ही संधी गमावून चालणार नव्हती. वेदनारहित शस्त्रक्रिया करण्याच्या स्पर्धेत तो एकटा नव्हता. त्याचा जुना सहकारी मॉर्टन देखील या विषयावर संशोधन करत होताच. होरेसची वेदनारहित शस्त्रक्रियेच्या प्रदर्शनाची जाहिरात वर्तमानपत्रांमध्ये झळकली आणि एकच गदारोळ उठला.

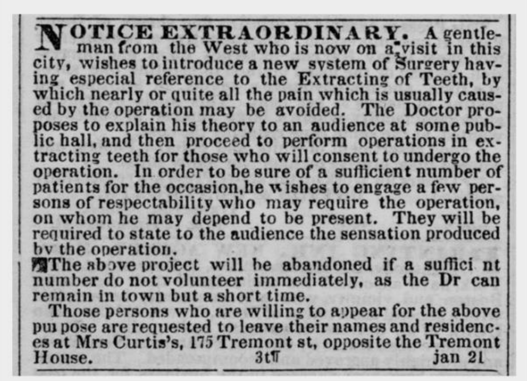
आता तुम्ही म्हणाल की वेदनारहित शस्त्रक्रिया होत असेल तर कोणाच्या पोटात का दुखेल... एवढे सोपे नसते, धर्माच्या नाजूक साजूक भावना कधी दुखावतात, हे आपल्याला कळत देखील नाही. ख्रिश्चन धर्मामध्ये वेदना ही तुम्हाला प्रभूची आठवण करून देणारी बाब असते. तुमच्या मनाचे शुध्दीकरण व्हावे म्हणून प्रभूनेच वेदनेचे प्रयोजन केलेले असते. वेदना म्हणजे मनाचा कमकुवतपणा निघून जाणे, तिथे विश्वास श्रद्धा स्थापित होणे. साम्यवादी जसे गरिबीचे उदात्तीकरण करतात तसेच धर्मवाद्यांनी या वेदनेचे केले होते. 'नो पेन, नो गेन.' यांसारख्या म्हणी प्रचलित होत्या.

'अरे, आपल्या पापासाठी आपला बाप क्रुसावर चढला आणि आपण साध्या वेदना सहन करायच्या नाहीत का?' वेदनाशामकांचा वापर म्हणजे धर्माच्या विरोधी वर्तन असा प्रचार करण्यात आला. (१८५३मधे इंग्लंडची राणी व्हिक्टोरिया हिने तिच्या आठव्या बाळाच्या प्रसूतीच्या वेळेस क्लोरोफॉर्मचा वापर करून भूल घेण्याची हिंमत दाखवली, "ॲनेस्थेशिया हे देखील दैवी वरदान आहे." या तिच्या प्रसूतीनंतरच्या विधानाने भुलीला राजमान्यता मिळाली. हमे उसका योगदान भूलना नहीं चाहिये.)

सोळाव्या शतकातच गणिती आणि भौतिकशास्त्रज्ञ पॅरासेल्सस याने कोंबड्यांवर इथरचा प्रयोग केला होता. इथरचा प्रयोग केला तर कोंबडे जास्त झोपतात याशिवाय त्यांना कापताना ते ओरडत देखील नाहीत हे त्याच्या निदर्शनास आले होते. परंतु मानवावर उपयोग करणे राहून गेले. जपानमधल्या हानोका नावाच्या एका डॉक्टरने वनस्पतींपासून त्याचा खास अनोखा फॉर्म्युला शोधून काढला होता. अगदी युरोपमधून त्याच्याकडे लोक जायचे. त्याने आयुष्यभर मुतखडा, स्तनांचा कर्करोग या सारख्या आजारांवर शेकडो

शस्त्रक्रिया केल्या परंतु त्याचा फॉर्म्युला कोणाला सांगितला नाही. १८३५ मध्ये तो वारला आणि त्याचा फॉर्म्युला पण वारला.

पुन्हा होरेसकडे येऊ. जानेवारी १८४५... 'वेदनारहित शस्त्रक्रिया होणार आहे तरी स्वयंसेवकांनी आपली नोंदणी करावी.' अशी त्याची जाहिरात प्रसिद्ध झाली. आणि हौसे, गवसे, नवसे सर्वांच्या चर्चेचा हा विषय झाला. प्रयोगाचा दिवस उजाडला. बोस्टन



NOTICE EXTRAORDINARY. A gentleman from the West who is now on a visit in this city, wishes to introduce a new system of Surgery having especial reference to the Extracting of Teeth, by which nearly or quite all the pain which is usually caused by the operation may be avoided. The Doctor proposes to explain his theory to an audience at some public hall, and then proceed to perform operations in extracting teeth for those who will consent to undergo the operation. In order to be sure of a sufficient number of patients for the occasion, he wishes to engage a few persons of respectability who may require the operation, on whom he may depend to be present. They will be required to state to the audience the sensation produced by the operation.

The above project will be abandoned if a sufficient number do not volunteer immediately, as the Dr can remain in town but a short time.

Those persons who are willing to appear for the above purpose are requested to leave their names and residences at Mrs Curtis's, 175 Tremont st, opposite the Tremont House. 3t jan 21



रुग्णालयात हा प्रयोग होणार होता. प्रयोगाला वैद्यकीय क्षेत्रातील अनेक मान्यवर उपस्थित होते. होरेसचा प्रतिस्पर्धी मॉर्टनदेखील होता. स्वयंसेवकाला नायट्रस ऑक्साईड देण्यात आला आणि त्याचा दात काढण्याची क्रिया सुरू झाली.

उपस्थित सर्वजण अगदी 'पापण्यांची तोरणं बांधून डोळ्यावरती' ही शस्त्रक्रिया बघत होते... आणि अचानक स्वयंसेवक ओरडला. भीतीने की वेदनेने ते माहीत नाही परंतु उपस्थितांमध्ये एक मोठा हशा पिकला. होरेसला तातडीने शस्त्रक्रिया थांबवण्यास सांगण्यात आले. "हम्बग, हम्बग," म्हणत त्याची खूप टर उडवण्यात आली. (खरं तर नंतर स्वयंसेवक म्हटला देखील की ती वेदना नव्हती, कदाचित भीती असावी.) पूर्णपणे खजील होऊन होरेस रुग्णालयाबाहेर पडला. वेदनांचे जरी हसे झाले... हे तुला पाहिजे तसे झाले...

होरेसच्या वेदनेत अजून भर पडली जेव्हा पुढच्या वर्षी मॉर्टनचा प्रयोग यशस्वी

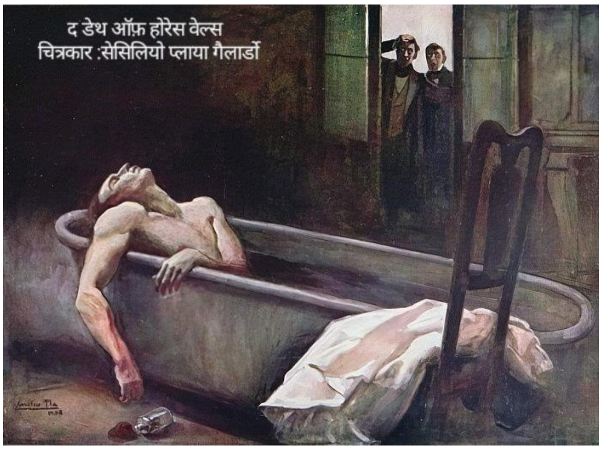
झाला. आपल्या अपयशापेक्षा प्रतिस्पर्ध्याचे यश व्यक्तीला जास्त खच्ची करतं. पुढच्या वर्षी, १८४६ मध्ये मॉर्टनने त्याच रुग्णालयात इथरचा वापर करून वेदनारहित शस्त्रक्रिया यशस्वी करून दाखवली. 'यावेळी हम्बग नाही' अशा बातमीला प्रचंड प्रसिद्धी मिळाली. संपूर्ण जगात या बातमीचा प्रसार झाला आणि मॉर्टनला वेदनारहित शस्त्रक्रियेचा जनक म्हणू लागले. (आजही त्या ऑपरेशन हॉलमध्ये मॉर्टनचा पुतळा आहे.)

विशेष म्हणजे यावेळी वेदनेची धर्मसंगत नकारात्मक बाजू कोणीच लावून धरली नाही. म्हणजे साडा कुत्ता कुत्ता, त्वाडा कुत्ता टॉमी... अशीच भावना होरेसची झाली. त्याने वैद्यकीय प्रॅक्टिस पुन्हा बंद केली. आणि आपल्या संशोधनाला मान्यता मिळण्यासाठी जंग जंग पछाडले. त्याच्याकडचे सगळे पैसे संपले, तो कर्जबाजारी झाला, त्याने घरदेखील विकायला काढले, मानसिक संतुलन ढळले. त्याने अनेक देशी विदेशी वर्तमानपत्रांना खरी हकीकत कळवली, अगदी संशोधनाला मान्यता मिळावी म्हणून पॅरिस देखील गाठलं. पण कुठूनच काही सकारात्मक बातमी येत नव्हती.

नैराश्याने त्याला ग्रासलं. बायको अन् मुलाला गावी ठेवून तो न्यूयॉर्कमध्ये एकटाच राहू लागला. त्याच्या वर्तणुकीत कमालीचा बदल व्हायला लागला. त्याने क्लोरोफॉर्म, इथर आणि नायट्रस ऑक्साईडचे स्वतःवर प्रयोग करणे सुरू केले. नंतर त्याला यांची एवढी सवय लागली की तो व्यसनी झाला. मॉर्टनला मिळणारी प्रसिद्धी पाहून त्याचा जळफळाट होत होताच आणि आपले मन शांत करण्यासाठी त्याने या व्यसनांचा आधार घेतला.

२१ जानेवारी १८४८, होरेसचा ३३ वा वाढदिवस... एकट्यानेच साजरा करताना, नशेच्या अमलात त्याने दोन महिलांवर ॲसिड हल्ला केला. त्याला पकडण्यात आले

आणि शिक्षा देखील सुनावण्यात आली. आपल्या पत्नीला एकदा होरेस म्हणाला होता, “होरेस वेल्स, किंवा कुणाचा मुलगा, कुणाचा नवरा, कुणाचा बाप म्हणून मला ओळखले



जाऊ नये. मला ओळखलं जावं एक वेदना दूर करण्याचा प्रयत्न करणारा वेडा म्हणून.” आता मात्र त्याला महिलांवर भ्याड ॲसिड हल्ला करणारा एक माथेफिरू म्हणून ओळखलं जात होतं. क्लोरोफार्मची नशा उतरली आणि त्याने आपण काय केले आहे याची जाणीव व्हायला लागली. त्याला जीवन नकोसे वाटू लागले. ‘घरून बायबल घेऊन येऊ’ असा बहाणा करून तो शिपायाला घेऊन घरी आला. परत जाताना त्याने कोठडीमध्ये बायबल सोबत ब्लेड आणि क्लोरोफार्म देखील नेला. २४ जानेवारी १८४८ रोजी लक्ष नसताना क्लोरोफॉर्मच्या नशेत त्याने आपल्या हाताची नस कापून घेतली आणि बेशुद्ध अवस्थेतच त्याचा प्राण गेला.

गंमत म्हणजे मृत्यूनंतर बारा दिवसांनी त्याचा वेदनारहित पहिली शस्त्रक्रिया करण्याचा दावा फ्रान्समधील परिसियन मेडिकल सोसायटीने मान्य केला. तसेच त्याला मानद डॉक्टरेट देखील प्रदान करण्यात आली. १८६४ मध्ये अमेरिकन डेंटल असोसिएशनने देखील आधुनिक पद्धतीने भूल देणारा पहिला सर्जन असा त्याचा गौरव केला. त्यानंतर अनेक ठिकाणी त्याचे पुतळे, स्मारके उभी राहिली. वेल्सच्या स्मृतिप्रीत्यर्थ त्यांच्या चर्चमध्ये एक चित्र अर्पण करण्यात आले आहे, ज्यावर बायबलमधील एक श्लोक लिहिला आहे. “मेलेल्या व्यक्ती अशा जागी जातात जिथे वेदना नसते.”

मृत्यूपश्चात जीवन खरं तर नसतंच, पण जरी ते असतं आणि तिथे वेदना असती तर वेल्स तिथेही भिडला असता.



वेल्सने केलेल्या प्रयोगाला शंभर वर्षे पूर्ण झाली याचे औचित्य साधून १९४४ मध्ये मोठा समारंभ आयोजित करण्यात आला होता. त्यात सर्जिकल अनेस्थेशियाचा जनक म्हणून त्याचा गौरव करण्यात आला. अर्थात कौतुकाचा एक क्षण पाहण्यासाठी होरेस वेडा झाला होता, तो क्षण आला तेव्हा तोच हयात नव्हता. साध्या साध्या गोष्टीसाठी मानवाला किती संघर्ष करावा लागला आहे ! अर्थात एका पिढीने संघर्ष केलेला असेल तर त्याची फळं पुढच्या पिढ्या खातात. आणि एका पिढीने केलेल्या चुका पुढच्या अनेक पिढ्या भोगत असतात.

मूळ लेख https://richyabhau.blogspot.com/2021/04/blog-post.html

§§§

लेखक: **डॉ. नितीन हांडे**, अंधश्रध्दा निर्मूलन समिती कार्यकर्ता, ‘ज्ञानाचा प्रवाहो चालीला’ पुस्तकाचे सहलेखक, ‘डावकिनाचा रिच्या’ या टोपणनावाने ब्लॉग लिहितात.

इ-मेल : dr.nitin.hande@gmail.com

(कळीचे शब्द : नायट्रस ऑक्साइड, इथर, क्लोरोफॉर्म, वेदनारहित शस्त्रक्रिया)

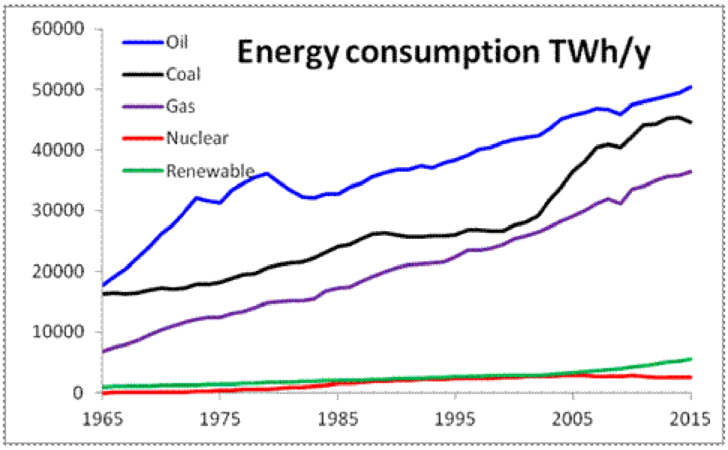
सागर लहरी आणि ऊर्जा

लेखक: किरण बर्वे

आपण सर्वांनी समुद्राच्या किनाऱ्यावर लाटा बघण्यातील आनंद अनुभवला असेल. सतत आणि बऱ्याच प्रमाणात नियमित रीतीने येणाऱ्या लाटांबद्दल कुतूहल आणि आकर्षण असतेच. पाण्यात आत शिरून मजा करत असताना, लाटा सतत आपल्याला किनाऱ्याकडे ढकलत असतात. लाटांची ताकद मोठी आणि सतत जाणवणारी. अर्थातच या प्रक्रियेत किनाऱ्याच्या दिशेने ऊर्जा अविरत येत असते.

किनाऱ्यावर येत असताना लाट फुटते आणि तिच्यातील ऊर्जा विखुरते. जर या लाटांतील ऊर्जा थोड्या खोल समुद्रात पकडता आली आणि तिचे विद्युत शक्तीत रूपांतर करता आले तर? हा प्रश्न जगात शतकानुशतके विचारला गेला. छोटे मोठे प्रयत्न करण्यात आले. गेल्या शतकात मात्र अधिक पद्धतशीरपणे 'सागरलहरींतून ऊर्जानिर्मिती' या विषयात संशोधन झाले. गेल्या दोन ते तीन दशकात कमीत कमी प्रदूषणकारी आणि नैसर्गिक रीतीने सतत उपलब्ध (नूतनीकरणयोग्य पेक्षा हे वर्णन मला योग्य वाटते. मात्र शाश्वत असेही म्हणू नये) अशा ऊर्जास्रोतांचे शोध आणि विकास अनिवार्य ठरला. सागर लहरींपासून ऊर्जा (तरंगऊर्जा) हा स्रोत, ग्रीन आणि रिन्यूएबल म्हणजेच कमीत कमी प्रदूषणकारी आणि नैसर्गिकरित्या सतत उपलब्ध आहे.

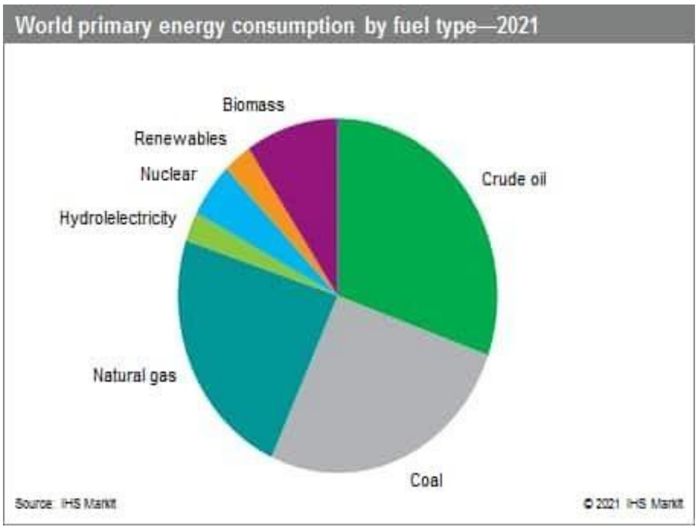
गेल्या दोन दशकात अशा स्रोतांचा वापर अधिक होत आहे. त्यात मुख्य वाटा सौरऊर्जा आणि पवनऊर्जा यांचा आहे. मात्र एकूण वापरामधील त्यांची टक्केवारी खूपच कमी आहे. सोबतच्या चित्र १ मधील आलेखावरून स्पष्ट होईल, की एकंदरीत ऊर्जावापर वाढत आहे आणि त्यामधील सतत उपलब्ध आणि हरितऊर्जा वापरण्याचे प्रमाणही वाढत आहे, मात्र ही वाढ अपेक्षित वेगाने झालेली नाही.



चित्र १: जागतिक पातळीवर गेल्या काही दशकांत विविध प्रकारच्या ऊर्जास्रोतांच्या वापरातील वाढ
स्रोत: https://pipiwiki.com/wiki/World_energy_consumption

चित्र २ मध्ये ऊर्जावापराची सद्यस्थिती दिसून येते. एकूण ऊर्जावापरात आजही हरित ऊर्जास्रोतांचे प्रमाण नगण्यच आहे.

भारतात गेल्या दशकामध्ये सौर आणि पवनऊर्जा निर्माण लक्षणीयरित्या वाढले आहे. पवनऊर्जा क्षेत्रात ऊर्जानिर्मिती खर्चात घट झाली आहे आणि सौरऊर्जा विविध स्वरूपात वापरली जात आहे.



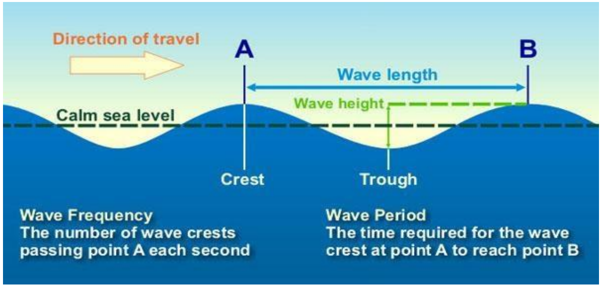
चित्र २: २०२१ साली वापरल्या गेलेल्या विविध प्रकारच्या प्राथमिक ऊर्जास्रोतांचे परस्पर प्रमाण
स्रोत: https://ihsmarkit.com/products/energy-chemical-economics-handbook.html

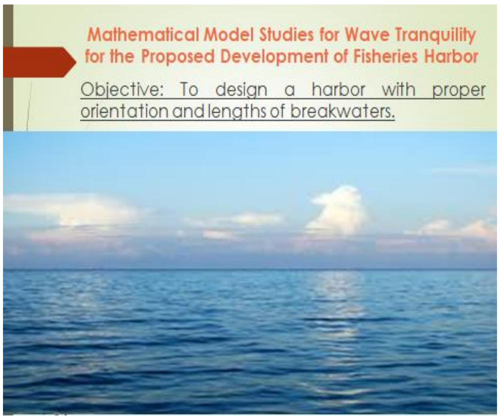
उदा. दुर्गम प्रदेश, शेतीचे पंप, खारे पाणी गोडे करणे, पाणी गरम करणे इ. हळूहळू सौरऊर्जाही परवडू लागेल. आत्ताच सौरउर्जा वापराचा प्रती युनिट दर सरासरी दराच्या आसपास आला आहे.

एक लक्षात घ्यायला हवे की ज्या वेळी सौर आणि पवनउर्जेचा वापर धोरण म्हणून आपण करायला लागलो त्यानंतर काही वर्षांनी त्यातील तंत्रज्ञान आणि निर्मिती खर्चात घट होऊ लागली आहे. त्यामुळे या व्यतिरिक्त असलेले हरित आणि सतत उपलब्ध ऊर्जास्रोत यांचा वापर करावयाचा धोरणात्मक निर्णय घ्यायला हवा. खरे म्हणजे प्रदूषण करणारा कोणताही ऊर्जास्रोत वापरणे धोकादायक ठरेल अशी स्थिती आहे. गेल्या काही वर्षांतील हवामानबदल अनुभवल्यावर हाच निष्कर्ष निर्विवादरित्या समोर आला आहे. तेव्हा सागरतरंगऊर्जा या स्रोताकडेही आता दुर्लक्ष करून चालणार नाही.

भारतात अजून तरंगऊर्जा क्षेत्रातील अभ्यास खूपच प्राथमिक अवस्थेत आहे. या लेखमालेत आपण तरंगऊर्जेचे स्वरूप, थोडक्यात इतिहास आणि तरंगऊर्जासमृद्ध क्षेत्रांचा शोध कसा घेतला जातो या विषयीचे भारतातील संशोधन यांची ओळख करून घेणार आहोत. प्रत्यक्ष संयंत्राबद्दल आपण कमी विचार करणार आहोत. मात्र भारतात तरंगऊर्जा कोणत्या प्रकाराने वापरली जाऊ शकते या विषयी थोडी चर्चा करू. सागराच्या तरंगामध्ये ऊर्जा कशी साठवली जाते? समुद्रावर सूर्याच्या तापमानामुळे, पृथ्वीच्या गतीमुळे हवेचा दाब बदलतो त्यामुळे वादळे आणि वारे सुटतात. वारा आणि समुद्राचा वरचा थर एकमेकांना भिडलेले असतात. वारा वाहत असताना समुद्राच्या पाण्यावर तरंग किंवा लाटा तयार होतात आणि त्या पुढे पुढे जाऊ लागतात. लाटांची उंची (Wave Height),

तरंगलांबी (Wave Period), आणि दिशा (Wave Direction) हे वाऱ्याचा वेग आणि वारा किती वेळ किती क्षेत्रफळावर वाहत आहे त्यावर अवलंबून असतात. तास न तास वेगवान वारे वाहत असतील तर ३ मीटर, ४ मीटर उंचीच्या लाटा तयार होतात. जर असा वारा मोठ्या प्रदेशावर वाहत असेल तर त्या संपूर्ण क्षेत्रफळावरील वाऱ्यातील ऊर्जा या लाटांना मिळत राहते. आता लाटांची फौजच किनाऱ्याच्या दिशेने जाऊ लागते.





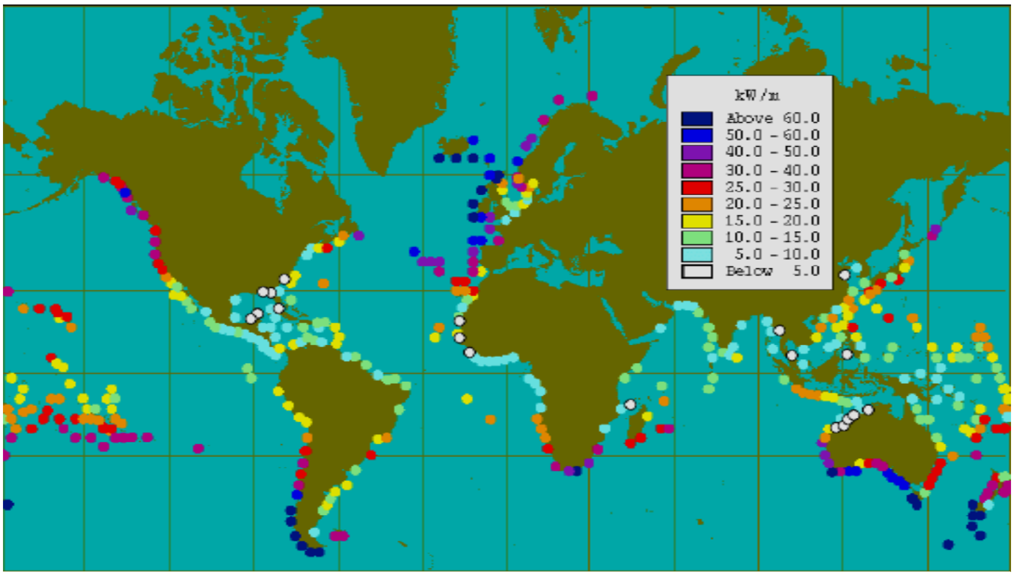
चित्र ३ : सागर लहरी आणि लहरींतील महत्त्वाचे गुणधर्म यांचे विविध कारणांसाठी अभ्यास झालेले आहेत

स्रोत:

https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_currents/media/supp_cur03a.html

वारा दीर्घकाळ आणि मोठ्या क्षेत्रफळावर वाहत असेल तर किनाऱ्यापर्यंत पोचणाऱ्या मोठ्या लाटा तयार होतात. वाऱ्यातील ऊर्जा ही लाटांच्या रूपाने एकत्र होते आणि किनाऱ्यावर येते. अर्थात तरंगामध्ये खूप मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा एकवटलेली असते. म्हणून तरंगऊर्जा ही पवनऊर्जेपेक्षा अधिक संपृक्त असते. मात्र त्यातून आपल्याला वापरण्यायोग्य अशा प्रकारे ऊर्जा मिळवणे सोपे नाही. जगातील सागर तटांजवळ किती उंचीच्या, तरंगलांबीच्या लाटा येतात हे सर्वसाधारणपणे माहीत आहे. त्यांचे विज्ञान ठाऊक

आहे आणि उपलब्ध माहितीवरुन आपण योग्य अंदाज बांधलेले आहेत. त्यात दर वर्षी सुधारणा होत आहे. त्या आधारे जगात कोठे किती ऊर्जा आहे यांचा नकाशा चित्र ४ मध्ये दिला आहे.

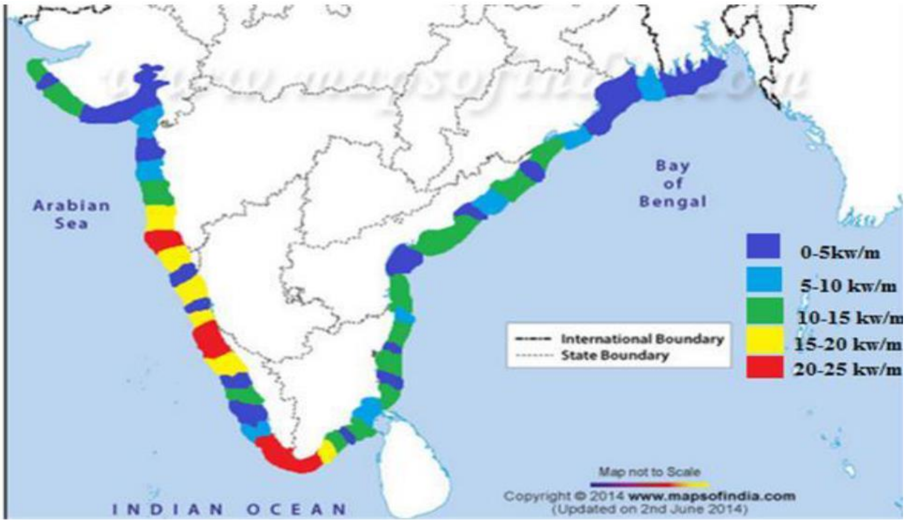


चित्र ४: जगातील उपलब्ध तरंगऊर्जा
(स्त्रोत: संदर्भ ४, आकृती ३१)

चित्र ५ मधील नकाशात भारताच्या सागरी तटांवर दर मीटरमध्ये सरासरी किती तरंगऊर्जा आहे हे दिले आहे. उदाहरणार्थ मुंबईजवळ किनाऱ्यावर दर मीटरमध्ये सरासरी ५ ते १० किलोवॉट ऊर्जा आहे. याचा अर्थ असा की जर तुम्ही मुंबईजवळ ५०० मीटर लांबीचा ७ मीटर समुद्र खोलीवरील भाग घेतला तर तिथे सरासरी ५०० x १० = ५००० किलोवॉट (kw) म्हणजे ५ मेगावॉट ऊर्जा असेल. अरे वा, मग फारच उत्तम! ऊर्जानिर्मिती करायलाच लागू या.

विशिष्ट प्रदेशात लाटांची उंची जास्त असते अशी निरीक्षणे आहेत. खोल समुद्रातील वाऱ्याचा वेग, दिशा, वाहण्याचा काळ आणि प्रदेश यावरुन लाटांची उंची,

दिशा आणि वारंवारिता यांचा अंदाज बांधता येतो. आणि त्या अंदाजानुसार आणि निरीक्षणांच्या आधारे भारतात असे काही प्रदेश निवडले आहेत.



चित्र ५: भारतातील उपलब्ध तरंगऊर्जा (स्रोत: संदर्भ ४, आकृती ५१)

सर्वात पहिले निरीक्षण असे आहे की, तरंगऊर्जा किफायतशीर ठरेल असे प्रदेश पश्चिम किनाऱ्यावर जास्ती प्रमाणात आहेत. पश्चिम किनाऱ्यावर पृथ्वीचे परिवलन, वारे यामुळे लाटांची उंची जास्त आहे आणि या किनाऱ्यावर तुलनेने कमी प्रमाणावर चक्रीवादळे येतात. त्यामुळे समुद्रातील बांधकाम अधिक सुरक्षित राहते. त्यामुळे पश्चिम तटावर तरंगऊर्जा संपादन करणे शक्य आहे.

मात्र यात काही अडचणी आहेत. वाहते पाणी खूप मोठ्या प्रमाणात असते पण जलविद्युत तयार करायला योग्य जागा कमी असतात. अशा जागा शोधून पाणी साठवून मग वीज तयार करता येते. त्यासाठी अत्यंत पद्धतशीरपणे शोध घ्यावा लागतो, अभ्यास करावा लागतो. त्याचप्रमाणे, जरी समुद्र किनाऱ्यावर सर्व ठिकाणी तरंगऊर्जा असली तरी तिचे रूपांतर करून वापरणे प्रत्येक ठिकाणी किफायतशीर असतेच असे नाही. ज्या

ठिकाणी अधिक ऊर्जा उपलब्ध आहे, जी जागा सुरक्षित आहे, जिथे सहजी जातायेता येईल अशी जागा लागते. अर्थात वरील नकाशांतील माहितीचा उपयोग सर्वसाधारणपणे कोणते किनारे तरंगऊर्जासंपन्न आहेत हे ठरवण्यासाठी होतो. मात्र नेमके स्थान ठरवण्यासाठी अधिक अभ्यासाची जरूर असते.

ह्या विषयाचा अभ्यास गेल्या पाच वर्षांत पुण्यातील शासकीय संशोधन केंद्रात केला आहे. लेखक त्यात सहभागी होता.

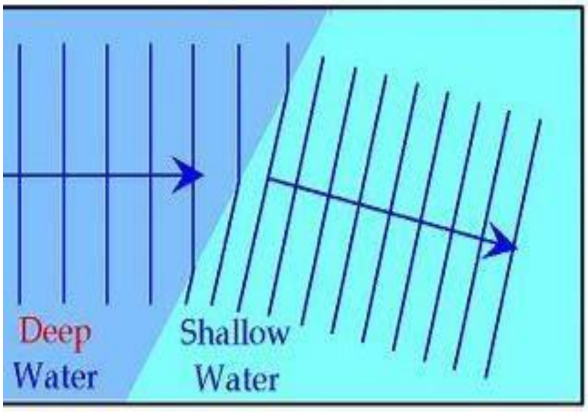
नकाशात असेही दिसेल की, दक्षिण महाराष्ट्र, त्यातही सिंधुदुर्ग जिल्हा आणि दक्षिण कर्नाटक सीमा आणि उत्तर केरळ, तसेच भारताचे सर्वात दक्षिणेचे टोक इथे २० ते २५ किलोवॅट प्रती मीटर ऊर्जा आहे. महाराष्ट्रात सिंधुदुर्गच्या खालोखाल दक्षिण रायगड आणि रत्नागिरी जिल्हा ऊर्जासमृद्ध आहे. मात्र हे अंदाज वा निष्कर्ष ढोबळ आहेत. तरंगऊर्जा मिळवायची तिथे ती कोणत्या वेळी किती उपलब्ध आहे आणि कोणत्या भागात अधिक आहे हे नेमके माहीत असणे जरुरीचे आहे.

किनाऱ्याजवळ ज्या जागी तरंगऊर्जा संपादित करावयाची तेथील लाटांचे सर्व गुणधर्म मोजणे हा सर्वोत्तम उपाय आहे, मात्र तो शक्य नाही. एका ठिकाणी मोजमाप करायला सुद्धा खूप खर्च येतो आणि आपल्याला विविध ठिकाणी मोजमाप करायला हवे. मात्र येथे आपल्याला शास्त्रीय ज्ञानाचा उपयोग होतो. शतकानुशतकांच्या निरीक्षणांना, विज्ञानातील उपलब्ध ज्ञानाच्या आधारे समजून घेत सागरकिनाऱ्याची अभियांत्रिकी (Coastal Engineering) ही विद्याशाखा विकसित झाली आहे. याच्या आधारे किनाऱ्यावर येणाऱ्या लाटांच्या गुणधर्मांविषयी सुयोग्य अंदाज बांधता येतो. ही प्रक्रिया

वारंवार तपासली गेली आहे. या प्रक्रियेच्या तपशीलात न जाता ती कशी वापरली जाते हे समजावून घेऊ या.

समजा तुम्ही समुद्र किनाऱ्यावर उभे आहात तर लाटा तुमच्या समोरच्या दिशेने येतात असे आढळेल. एकदा मुंबईच्या चौपाटीवर उभा होतो तर जणू मला सलामी देण्यासाठीच लाटा माझ्याच समोरून येत होत्या ! मी ती दिशा पक्की लक्षात ठेवली. २६० अंश उत्तर. नंतर काही कारणाने मी चेन्नईच्या समुद्राकाठी गेलो असताना परत एकदा लाटा माझ्या समोरून येत होत्या. लाटांची दिशा बघितली. ती १६० अंश उत्तर होती. मी गोंधळलो. बरे किनाऱ्यावर उभे असताना समोरून लाटा येतात हा अनुभव सगळ्यांना येतो. मलाच काही सोने लागलेले नाही. या प्रश्नाचे उत्तर सागर अभियांत्रिकी देते.

ज्या प्रमाणे प्रकाशाचे वक्रीभवन (refraction) होते त्याच पद्धतीने सागर लाटांचे होते. अतिशय सोपे उत्तर आहे. चित्र ६ (अ), (ब) व (क) वरून हे स्पष्ट होईल.



चित्र ६(अ): खोलीमध्ये बदल झाला तो दाखवणारी समोच्च रेषा(contour)

स्रोत: www.physics45.com

प्रकाश माध्यमाच्या घनतेतील बदलामुळे दिशा बदलतो. इथे समुद्राच्या खोलीतील बदलामुळे लाटांची दिशा बदलते. समोच्च रेषा काढून हे स्पष्ट होते. पाण्यातील तरंगांसाठी खोलीतील बदल हा घनतेतील बदलाप्रमाणे तरंगांच्या दिशेत बदल घडवतो. त्याप्रमाणे समान खोली दाखवणाऱ्या समोच्च रेषेला लाटांची दिशा लंब होत जाते. आपण उंचसखल जमीन

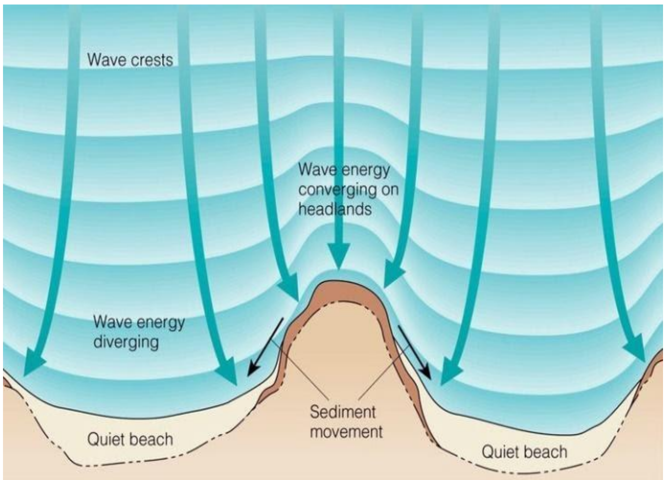
नकाशात दाखवत असताना समान उंचीचे बिंदू जोडून समोच्च रेषा दाखवतो. त्याप्रमाणे खोलीमधला बदल दाखवणारी एकच रेषा आपण दाखवली आहे चित्र ६(अ) मध्ये आणि तरंगांची दिशा त्या समोच्च रेषेला लंब झाली आहे.

चित्र ६(ब) मधील फोटोत दिसत आहे की कशाप्रकारे लाटा किनाऱ्यावर येताना काठाला समांतर होतात आणि त्यामुळे त्या आपल्या समोरून येतात.



चित्र ६(ब)

प्रकाश विरळ माध्यमातून घन माध्यमात जाताना दिशा बदलतो हे तुम्ही शिकला आहात. प्रकाशाचाच नव्हे तर सर्वच तरंगांचा हा गुणधर्म आहे. प्रत्येक तरंग माध्यमातील बदलानुसार दिशा बदलतो. सागरातील लाटा या तरंगच आहेत. त्यामुळे माध्यमाच्या गुणधर्मांत बदल होतो त्याप्रमाणे सागरी लाटा दिशा बदलतात. त्यानुसार त्यातून येणाऱ्या ऊर्जेतही बदल होतो. आपल्याला दिसताना लाटांचा सर्वात उंच भाग (क्रेस्ट) किनाऱ्याला समांतर होत जातो (चित्र ६(ब) पहा). त्यामुळे लाटा आपल्या समोरून येतात असे तटावरील व्यक्तीला दिसते.



चित्र ६(क)

स्त्रोत: www.surfertoday.com

चित्र ६(क) मध्ये समुद्रात पुढे आलेल्या सुळक्यामुळे समोच्च रेषा कशा बदलल्या आहेत ते दाखवले आहे. त्यांना लाटांची दिशा लंब होत होत त्यानुसार लाटा वळल्या आहेत. म्हणून पुढे आलेल्या भागावर लाटा केंद्रित झाल्या आहेत. तेथे ऊर्जा अधिक आहे. भिंगामधून येणारा प्रकाश एकत्र येऊन त्यातील ऊर्जा वाढते त्याचप्रमाणे.

विविध ठिकाणच्या समुद्राची खोली मोजून त्या आधारे गणित करुन त्या प्रदेशावरून जात असताना लाटांची दिशा कोणती असेल ते ठरवता येते. लाट जशी वळते त्याचप्रमाणे तिच्या उंचीतही बदल होतो. लाटांची वारंवारिताही बदलते. हे सर्व बदल लाटेच्या मार्गातील समुद्राच्या खोलीवर अवलंबून असतात.

अर्थात केवळ समुद्राची खोली माहीत असेल तर तेथील गुणधर्म ठरवता येत नाहीत. त्या परिसरातील खोली तसेच जेथून लाटा या परिसरात येणार असतील तेथील लाटांचे गुणधर्म माहीत असायला हवेत.

ज्या किनाऱ्याजवळ ऊर्जानिर्मिती करावयाची त्या किनारपट्टी जवळच्या १५ ते २० मीटर खोलीपर्यंतच्या प्रदेशातील लाटांचे गुणधर्म निश्चित माहीत करुन घेणे तरंगऊर्जेविषयीच्या कोणत्याही उपक्रमासाठी आवश्यक आहे. आणि हे गुणधर्म निश्चित करण्याचे ज्ञान सागरी अभियांत्रिकीकडे आहे.

संदर्भ

१. A Review on Assessment of Wave Energy Potential, Justin Thomas T, K.H Barve , G.S Dwarakish, L.R Ranganath, National Conference on Futuristic Technology in Civil Engineering for Sustainable Development 9th May 2015.

२. Assessment of wave energy potential along South Maharashtra coast, Justin Thomas, Kiran Barve, Ranganath L.R. and G S Dwarakis, *International Journal of Earth Sciences and Engineering,* ISSN 0974-5904, Volume 09, No. 03, June 2016

३. Assessment of wave energy potential using 3-years offshore wind & wave data near Ratnagiri, Maharashtra, Rupesh Kumar, K.H Barve,Ajai Singh, Tasneem Ahsan, L.R Ranganath, INCHOE-2018, Indian Society for Hydraulics and Central Water & Power Research Station, Pune, India

४. Study on Tidal & Waves Energy in India: Survey on the Potential & Proposition of a Roadmap Final Report December 2014, INDIAN RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT AGENCY LIMITED (IREDA)

क्रमशः

§§§

लेखक : **किरण बर्वे,** भास्कराचार्य प्रतिष्ठान येथे गणित शिकवतात. विज्ञान व गणित विषयांत लेखन करतात. शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ.मेल : barvekh@gmail.com

(कळीचे शब्द: सागर लहरी, सागरी लाटांचे गुणधर्म, सागर लहरींतून ऊर्जानिर्मिती, तरंगऊर्जा, सागरी तरंगांचे वक्रीभवन)

फुलांचं उमलणं आणि सुकणं

लेखक : किशोर पंवार　　　　**अनुवाद : यशश्री पुणेकर**

फुलांचं वय कसं मोजायचं? ते कसं ठरवतात? ज्या काळात फूल उमलतं त्याच काळात प्रजननासाठी महत्त्वपूर्ण असं परागीभवन पण होत असतं. म्हणजेच फूल झाडांच्या आयुष्यात महत्त्वाची भूमिका बजावत असतं. मग फूल प्रजननक्षम होऊन जितका वेळ उमललेलं राहातं ते फुलाचं वय मानायचं का?

आपण नेहमी झाडाझुडपांच्या वयाची चर्चा करत असतो. काही झाडं एकवर्षीय तर



काही बहुवर्षीय. बहुतेक शाखीय झुडपं एक दोन वर्षांत आपलं जीवनचक्र समाप्त करतात. पण झाडं आणि मोठे वृक्ष मात्र अनेक वर्षं तगून राहतात. दहा वर्षांपासून ते शेकडो वर्षांपर्यंतच्या झाडांची उदाहरणं आपल्या समोर असतात. गुलाब, जास्वंद, कण्हेर,

मेंदीसारखी झुडपं आणि ताड, कडूलिंब, पिंपळ, वडासारखे शतायु वृक्ष, पाईन देवदार, सिकोयासारखे हजारो वर्षं जगणारे विशाल, सदाबहार वृक्ष आपण पाहतो.

झाडांच्या आयुर्मानाबरोबरच कधीकधी पानांच्या वयाची चर्चाही होत असते. त्यावरूनच जंगलांची पानझडी जंगल, सदाहरित जंगल अशी वर्गवारी केली जाते. पानांचं वय काही दिवसांपासून ते काहीशे वर्षांपर्यंत मोजलं गेलं आहे. *वेलविस्चिया मिरबेलिस* उर्फ टूम्बोआ या झाडाला तर आयुष्यात फक्त दोनच पानं येतात. पण झाडाचा सर्वात सुगंधित, आकर्षक, रसरशीत आणि महत्त्वपूर्ण भाग असलेल्या फुलाच्या वयाची फारशी चर्चा होताना दिसत नाही.



***वेलविस्चिया मिरबेलिस* उर्फ टूम्बोआ**

फुलाचं वय (सक्रीय आयुर्मान) ठरवताना

पदवीच्या किंवा नंतरच्या अभ्यासक्रमात कोणत्याही पुस्तकात फुलाचं वय किती असेल हे कधी सांगितलेलं नसतं. पण अलीकडेच फुलांच्या वयाबाबत 'जर्नल ऑफ प्लँट इकॉलॉजी'मध्ये प्रकाशित एक उत्साहवर्धक शोधनिबंध वाचण्यात आला; *'इफेक्ट ऑफ फ्लोरल सेक्शुअल इन्वेस्टमेंट अँड डायकोगॅमी ऑन फ्लोरल लॉन्जेविटी'* (अर्थात फुलातील लैंगिक प्रक्रिया आणि विभेदक परिपक्वता यांचा वेगवेगळया वेळी उमलणाऱ्या फुलांच्या वयावरील प्रभाव).

काही फुलं रात्री उमलतात आणि सकाळी सुकतात किंवा झडून जातात. काही फुलं एकदा उमलली की बरेच दिवस टवटवीत राहतात. फुलांचं सक्रीय आयुर्मान कसं ठरवायचं

हा संशोधकांसाठी कुतूहलाचा विषय राहिला आहे. फुलाचं सक्रीय आयुर्मान याचा अर्थ फूल किती वेळ उमललेलं राहतंय आणि किती काळ ते प्रजननाच्या दृष्टीने सक्रीय राहू शकतं आहे असा अपेक्षित आहे.

फुलांच्या वयावर अनेक गोष्टींचा प्रभाव असतो असं मानलं जातं. उदाहरणार्थ, ते



झाड समुद्रसपाटीपासून किती उंचीवर आढळतं, परागीभवन करणाऱ्या घटकांची उपलब्धता आणि फुलाचं लिंग काय आहे इ. काही फुलं एकलिंगी असतात (नर किंवा मादी) आणि त्यांच्याबाबत काहीच अडचण नसते पण द्विलिंगी फुलात मात्र फुलांचं लिंग पूर्ण वेळ एकच नसतं. काही वेळेला ते परागकणांचा स्रोत असतं तर काही वेळेला परागकण स्वीकारणारं असतं. म्हणजेच कधी ते नर असतं तर कधी मादी.

फुलांच्या वयाबाबत वेळोवेळी वेगवेगळ्या संकल्पना मांडण्यात आल्या. एका संकल्पनेनुसार एखाद्या झाडात उपलब्ध साधनांचा वापर कसा केला जातोय यावर फुलाचं वय ठरतं. फुलाचं मुख्य काम झाडासाठी प्रजनन करणं हे आहे. फुलाचं परागीभवन, फलन या क्रियेत फळ आणि बीज उत्पन्न होऊन त्यापासूनच झाडाचा वंश पुढे नेला जातो.

आता झाडासमोर असा प्रश्न उभा राहतो की एखादं उमललेलं फूल जास्त काळ तसंच राहू द्यायचं का ते झडून जाऊन तिथे नवीन फूल येऊ द्यायचं? याचा निर्णय एका फुलाच्या देखभालीसाठी जास्त ऊर्जा लागतेय का नव्या फुलाच्या निर्मितीसाठी जास्त ऊर्जा लागतेय यावर ठरतो. याचाच अर्थ असा की जर फुलाची देखभाल कमी करावी

लागत असेल तर लांब अवधीच्या फुलांना प्राधान्य मिळेल कारण जास्त वेळ उमललेलं राहिल्याने त्याला परागीभवनासाठी जास्त संधी उपलब्ध होईल. काही अभ्यासांमधून लक्षात आलं आहे की फुलाचं वय नर किंवा मादीच्या प्रजननक्षमतेला प्रोत्साहन देण्याशी संबंधित आहे.

फूलनिर्मितीचा अवधी

साधनांच्या योग्य वापराची गोष्ट ग्राह्य धरली तर नव्या फुलाच्या निर्मितीसाठी लागणाऱ्या संसाधनांचा विचार करायला हवा. मोठ्या मोठ्या फुलांमध्ये परागकणांची संख्या जास्त असते हे खरंय पण परागीकरण करणाऱ्या घटकांचा अभाव असेल तर ते परागकण तसेच पडून राहतात.



ॲक्विलेजिया बुर्जेरियाना

एका महत्त्वपूर्ण निरीक्षणात असं आढळलं की *ॲक्विलेजिया बुर्जेरियाना* (columbine)च्या झाडाची फुलं ठरावीक अंतराने फुलतात. त्यात पहिल्यांदा फुलणाऱ्या फुलातील परागकणांची संख्या नंतर फुलणाऱ्या फुलातील परागककणांपेक्षा बरीच जास्त असते. आणि हे पहिलं फूल बराच काळ उमललेलं राहतं. यामागे या फुलाच्या प्रजननक्षमतेला अधिक प्रोत्साहन देण्यासाठी असं होत असावं हे कारण दिलं जातं.

तसंही पूर्वीच्या निरीक्षणात फुलाच्या जास्त वयोमानाचा संबंध प्रती फूल किती परागकण आहेत यावर अवलंबून आहे असं आढळलं होतं. ११० प्रजातींच्या एका

अभ्यासात फुलाचं वय त्याच्या आकारावर आणि बीजाणूंच्या संख्येवर आधारित आहे असा निष्कर्ष आलाय. अर्थात यावरून फुलाचं अधिक वय हे फुलाच्या लैंगिक गुंतवणुकीशी संबंधित आहे की नाही हे स्पष्ट होत नाही. लैंगिक गुंतवणुकीचा अर्थ परागकण किंवा बीजाणू म्हणजेच गॅमेट्ससाठी किती संसाधनांचा वापर होतोय असा धरायला हवा. जास्त परागकण किंवा जास्त बीजाणू म्हणजे जास्त वापर.

एक संकल्पना अशीही आहे की ज्या द्विलिंगी फुलात नर आणि मादी जननांग वेगवेगळ्या वेळेला परिपक्व होतात ती फुलं जास्त काळ उमललेली राहतात. पण याला वास्तविक निरीक्षणांची जोड मिळालेली नाही.

आता काही शास्त्रज्ञांनी फुलांचं वय जाणून घेण्यासाठी आणखी एक संशोधन केलं आहे. यामध्ये त्यांनी एकाच ठिकाणी उगवणाऱ्या ३७ प्रजातींच्या फुलझाडांची निवड केली. यापैकी २१ अशी झाडे होती ज्यात नर आणि मादी वेगवेगळ्या वेळी परिपक्व होतात (विभेदक परिपक्वता किंवा डायकोगॅमी) आणि या सर्वांमध्ये नर जननेंद्रिय आधी परिपक्व होतात (अशा फुलांना पुम्पूर्वी किंवा प्रोअँड्रस म्हणतात). बाकी १६ झाडांमध्ये एकाच वेळी नर आणि मादी परिपक्व होत होती.

संशोधकांच्या धारणेनुसार कोणत्याही फुलाची दोन अंग असतात- एक म्हणजे सरळ प्रजननाशी निगडीत स्त्रीकेसर आणि पुंकेसर आणि दुसरे अंग म्हणजे प्रजनन क्रियेला साहाय्यक ठरणाऱ्या पाकळ्या, कळ्या, मधग्रंथी इ. त्यांचा असा विश्वास होता की फुलातील पहिल्या प्रकारच्या, म्हणजे लैंगिक अवयवांमधली गुंतवणूक, फूल किती काळ फुलणार हे ठरवते. अभ्यास केलेल्या ३७ प्रजातींच्या फुलांच्या कालावधीत १ ते १५

दिवसांपर्यंत फरक होता. प्रत्येक फुलातील परागकणांच्या संख्येत (६४३ ते ७,१०,८८०) आणि बीजांडांच्या संख्येत (१ ते ४२६ पर्यंत) लक्षणीय तफावत असल्याचेही त्यांनी पाहिले. फुलांच्या आकारातही खूप फरक आहे - एका प्रजातीच्या फुलांचा आकार



पिंपिनेला डायव्हर्सिफोलिया



डेल्फिनियम युआनान

सरासरी ६ चौरस मिमी होता (*पिंपिनेला डायव्हर्सिफोलिया*), तर सर्वात मोठं (*डेल्फिनियम युआनान*) फूल १४०० चौरस मि.मी. एवढ्या आकाराचे होते.

फुलांचा आकार, परागकण (नर फुलं) आणि बीजांडांची (मादी फुलं) संख्या आणि फुलांचं वय तसंच स्त्री-पुरुष अवस्थेचं वय मोजण्याच्या पद्धती अगदी रोचक आहेत, परंतु इथे आपण मोजमापाच्या पद्धतींमध्ये जाणार नाही. त्यांचा निष्कर्ष असा होता की फुलाचा आकार जसजसा वाढत जातो तसतशी परागकणांची संख्याही वाढते आणि बीजांडाची संख्याही वाढते. पण फुलांचे वय परागकणांच्या संख्येशी संबंधित आहे परंतु बीजांडाच्या संख्येशी संबंधित नाही. संशोधकांनी सिद्ध केले, की ज्या प्रजातींमध्ये नर व मादी फुलांच्या परिपक्वतेचा कालावधी वेगळा नसतो त्या प्रजातींच्या तुलनेत पुम्पूर्वी प्रजातींमध्ये फुले

जास्त काळ बहरतात. म्हणजेच फुलांना वेगवेगळ्या वेळी परिपक्व झाल्यावर दीर्घायुष्य मिळते.

इथे आणखी एक गोष्ट लक्षात घेणे आवश्यक आहे. संशोधकांनी फुलांचे वय तीन प्रकारे पाहिले - पूर्ण फुलाचं वय, नर अवस्थेचा काळ आणि मादी अवस्थेचा काळ. फुलाचे पूर्ण वय म्हणजे फूल उमलल्यापासून ते कोमेजून जाण्याचा कालावधी (म्हणजे फूल बंद होणे, कोमेजणे किंवा गळून पडणे).

नर अवस्थेचे वय म्हणजे फुलाच्या पहिल्या परागकोषाच्या फुटण्यापासून ते सर्व परागकोषांचा स्फोट होईपर्यंत किंवा वर्तिकाग्र (स्त्रीकेसर) दिसण्यापर्यंतचा कालावधी. मादी अवस्थेचे वय म्हणजे वर्तिकाग्र उघडल्यापासून फुलांच्या गळतीपर्यंतचा कालावधी.

फुलांच्या आकाराचा प्रभाव

संशोधकांनी ३७ प्रजातींच्या फुलांमध्ये परागकण आणि बीजांडांची संख्या देखील मोजली. या सर्व माहितीच्या आधारे असं आढळून आलं की, फूल जितकं मोठं तितकी परागकणांची संख्या आणि बीजांडाची संख्याही वाढते. म्हणजेच, मोठ्या फुलांसह अधिक गॅमेट्स आढळतात. याचा अर्थ असा की मोठ्या फुलांची लैंगिक निर्मितीमध्ये अधिक गुंतवणूक असते.



***डॅफोडिल*च्या नर फुलातील पुंकेसर**

नर आणि मादी वेगवेगळ्या वेळी फुलणाऱ्या २१ वेगवेगळ्या फुलांच्या प्रजातींमध्ये फुलांचा आकार, फुलांचं वय आणि नर अवस्थेचा कालावधी यांच्यात परस्पर संबंध

असल्याचं त्यांना आढळले. परंतु मादी अवस्थेचा कालावधी फुलाचा आकार आणि फुलांचं एकूण वय यांच्याशी संबंधित असल्याचं आढळलं नाही. नर अवस्थेचा कालावधी, फुलांचं वय आणि परागकणांची संख्या यांच्यात सकारात्मक संबंध असल्याचंही दिसून आलं, तर बीजांडांच्या बाबतीत असा कोणताही संबंध दिसला नाही. बीजांडाची संख्या नर-मादी अवस्थेच्या कालावधीशी किंवा फुलांच्या वयाशी संबंधित नव्हती. म्हणजेच फुलाचं वय हे नर अवस्थेवर अधिक अवलंबून असल्याचं दिसतं.



डॅफोडिलच्या मादी फुलातील स्त्रीकेसर

या निरीक्षणावरून असं दिसतं की फुलाच्या वयावर नर अवस्थेच्या लैंगिक प्रक्रियेतील गुंतवणुकीचा परिणाम असतो, मादी अवस्थेच्या लैंगिक प्रक्रियेतील गुंतवणुकीचा नाही. नर व मादीच्या वेगवेगळया परिपक्वता असलेल्या प्रजातींच्या फुलांचे आयुष्य जास्त असावे या गृहीतकावर चर्चा केली गेली. संशोधकांना असं आढळलं की ज्यामध्ये पुंकेसर लवकर परिपक्व होतात त्या प्रजातींची फुलं जास्त काळ टिकतात. (पुंकेसरांचा सरासरी फुलांचा कालावधी ६.७५ दिवस असतो, पूर्ण परिपक्वता असलेल्या फुलांमध्ये ३.६ दिवस) आणि पुम्पूर्वीच्या फुलांमध्ये नर अवस्थेपेक्षा (सरासरी २.७ दिवस) मादी अवस्था (४.०० दिवस) जास्त काळ असते.

वरील अभ्यासातील निष्कर्षांपैकी एक असा आहे की फुलांचा आकार फुलांच्या लैंगिक गुंतवणुकीशी संबंधित आहे कारण मोठी फुलं अधिक परागकण आणि अधिक

बीजांड तयार करतात. आणि फुलांचे वय परागकणांच्या संख्येशी संबंधित असल्याचं आढळलं आहे. ११० प्रजातींच्या दुसऱ्या एका अभ्यासात असंही आढळून आलं की फुलं कमी उष्णकटिबंधीय प्रदेशांपेक्षा (१ दिवस) कोस्टा रिकाच्या वर्षावनांमध्ये (२.७ दिवस) जास्त काळ टिकतात. या दोन्ही भागात परागीकरण करणाऱ्या घटकांची संख्या आणि प्रक्रिया यामुळे हा फरक असावा असा अंदाज आहे.

४० प्रजातींच्या अभ्यासात, एका संशोधकाने त्यांना अंड्यांच्या संख्येच्या आधारे तीन गटांमध्ये विभागले : १-५, ५-५० आणि ५० पेक्षा जास्त. त्यांनी या तीन वेगवेगळया गटांमधील फुलांचे सरासरी वय मोजले आणि त्यांना आढळले की ५० पेक्षा जास्त बीजांड असलेल्या प्रजातींच्या फुलांचं आयुष्य सर्वात जास्त आहे. याच्या आधारे, स्त्री पुनरुत्पादन जास्तीत जास्त यशस्वी व्हावे या उद्देशाने त्या प्रजातींच्या फुलांचं वय ठरलं आहे, असा निष्कर्ष काढण्यात आला.

काही अभ्यासकांनी असाही निष्कर्ष काढला आहे की कृत्रिम परागणाच्या बाबतीत फुलांचं आयुष्य खूप कमी होतं. याला परागकण-प्रेरित अखेर (सेनेसेन्स) म्हणतात. यावरून असं दिसतं की परागकण वर्तिकाग्रापर्यंत पोहोचतात, ही शेवटची पायरी आहे. म्हणजेच, फुलांचं वय हे मादीच्या पुनरुत्पादक यशाची खात्री होईपर्यंत असतं.

तथापि, काही अभ्यासांवरून असं दिसून आलं आहे की स्त्रीबीजांचे पुरेसं परागण झाल्यानंतरही नर अवस्थेचं किमान आयुर्मान राखलं जातं. उदाहरणार्थ, *एरिथ्रेनियम जॅपोनिकम*मध्ये, वर्तिकाग्रावर पुरेसे परागकण असल्याची खात्री करूनही फुलं १३ दिवस टिकतात.

दुसऱ्या अभ्यासात असं आढळून आलं आहे की *ब्रॅसिका नेपस*मध्ये, परागकोषातील परागकण काढून टाकले तर फूल लवकर सुकून जातं. म्हणजेच, इथे वर्तिकाग्रावर परागकण जमा झाल्याने नाही तर परागकोषामधून परागकण काढून टाकल्याने फुलांचं आयुष्य कमी झालं. याचाच अर्थ फुलांचं वय परागकणांच्या पक्वतेवर अवलंबून आहे. बीजांडाची निर्मिती असो किंवा परागकणांची संख्या असो, असं दिसतं की फुलांचं आयुष्य लैंगिक गुंतवणुकीवर अवलंबून असतं.



ब्रॅसिका नेपस

संदर्भ: जर्नल ऑफ प्लांट इकॉलॉजी: इफेक्ट ऑफ फ्लोरल सेक्शुअल इन्वेस्टमेंट एंड डायकोगॅमी ऑन फ्लोरल लॉन्जेविटी (https://doi.org/10.1093/jpe/rtv011)

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक १३० मधून साभार.

§§§

लेखक : **किशोर पंवार,** शासकीय होळकर विज्ञान महाविद्यालयातून निवृत्त, वनस्पतीशास्त्राचे प्राध्यापक, विज्ञान लेखक.

अनुवाद : **यशश्री पुणेकर**, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ-मेल : yashashreegpunekar@gmail.com

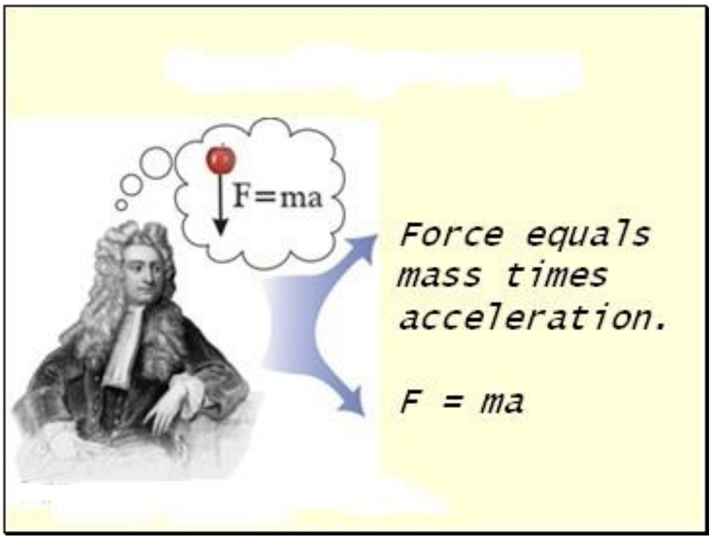
(कळीचे शब्द: फुलांचं वय, फुलांचं वय कसं ठरवायचं, विभेदक परिपक्वता किंवा डायकोगॅमी, फूलनिर्मितीचा अवधी, फुलांचा आकार, परागीभवन)

हे सर्वात महत्त्वाचे समीकरण का आहे?

लेखक : एथन सिगल **संक्षिप्त अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे**

भौतिकशास्त्र शिकणारे सर्वजण जे एक महत्त्वाचे समीकरण शिकतात, ते आहे न्यूटनचे **F** = m x **a** हे समीकरण.

१७ व्या शतकात हे समीकरण मांडल्यापासून साडेतीनशे वर्षे ते भरपूर वापरले गेले आहे. त्याला महत्त्वाच्या यादीत वरचा नंबर मिळाला नसला तरी, भौतिकीचे विद्यार्थी या समीकरणातून सुरुवातीपासून खूप काही शिकत राहतात. पुढे अभियांत्रिकी, कॅल्क्युलस आणि अनेक गुंतागुंतीच्या संकल्पना शिकतानाही हे सोबत असते.



याचा अभ्यास करणाऱ्यांना शतकानुशतके नवी दृष्टी मिळत गेली आहे. ते सतत सगळीकडे दिसल्याने त्याला पुरेसा

‘भाव’ मिळत नसावा! आता भौतिकी शिकायची तर न्यूटनपासूनच सुरुवात करायला हवी, आणि हे समीकरण म्हणजे न्यूटनचा दुसरा नियम शिकण्याची किल्ली. त्यात फक्त तीन गोष्टी : बल, वस्तुमान आणि प्रवेग. मात्र या तिन्हीच्या खोलात शिरून विचार करायला लागलो की भौतिकीची नवनवीन दालने उघडायला लागतात...

साधे रेषेचे समीकरण घ्या. $y = mx + b$. पण न्यूटनचे समीकरण याहीपेक्षा सोपे, त्यात b लागतच नाही. का बरे?

कारण हे गणित नाही... भौतिकी आहे. इथे प्रत्यक्ष सृष्टीतल्या पदार्थांचे वागणे मांडायचे असते. b असेल, तर ते काहीतरी विचित्र होऊन जाईल.

न्यूटनने पदार्थांच्या गती संदर्भात तीन नियम मांडले,



चित्र स्रोत : https://www.teachengineering.org/lessons/view/cub_mechanics_lesson04

१. बाहेरून बल लावलेले नसेल तर स्थिर वस्तू स्थिर राहील आणि गतिमान वस्तू त्याच गतीने जात राहील.

२. वस्तूवर लावलेल्या एकूण बलाच्या दिशेने आणि बल भागिले वस्तुमान एवढा प्रवेग वस्तूमध्ये निर्माण होईल.

३. जेव्हा एक वस्तू दुसऱ्या वस्तूवर बल लावते, त्याच वेळी दुसरी वस्तू पहिल्या वस्तूवर तेवढेच बल उलट दिशेने लावते.

वेगळ्या शब्दात : जेवढी क्रिया तेवढीच प्रतिक्रिया उलट दिशेने होत असते.

बाह्य बल लावले नसेल तेव्हा स्थिर वस्तू स्थिर राहते आणि गतिमान वस्तू गतिमान राहते या पहिल्या नियमाचा अर्थच **F** = m x **a** ; m**a** + b नव्हे.

आता या **F** म्हणजे बल, m म्हणजे वस्तुमान आणि **a** म्हणजे प्रवेग यांचे नाते पाहू.

- एखाद्या गतिमान वस्तूचे वस्तुमान तुम्हाला माहीत असेल किंवा मोजता येत असेल, तिचा प्रवेगसुद्धा माहीत असेल तर **F** = m x **a** वापरून तुम्हाला तिच्यावर कार्य करणारे बल काढता येईल.
- वस्तूचे वस्तुमान आणि तीवर कार्य करणारे बल माहीत असेल, तर तिचा प्रवेग काढता येईल. (गुरुत्वाकर्षणामुळे निर्माण होणारा प्रवेग काढण्यासाठी असे गणित केले जाते.)
- आणि जर एखाद्या वस्तूवर कार्य करणारे एकूण बल आणि त्या वस्तूचा प्रवेग तुम्हाला माहीत असेल, तर त्या दोन्हीचा उपयोग करून तुम्ही त्या वस्तूचे वस्तुमान ठरवू शकता.

अशाच कोणत्याही समीकरणात (एका बाजूला एक चल (variable), दुसऱ्या बाजूला दोन चलांचा गुणाकार) वरीलप्रमाणे दोन चले माहीत असतील, तेव्हा तिसरे चल काढता येते.

उदाहरणार्थ, प्रसरण पावणाऱ्या विश्वाचा हबलचा नियम : v = H x r (एकमेकांपासून दूर जाण्याची गती = हबल स्थिरांक x एकमेकांमधले अंतर). दुसरे उदाहरण , ओहमचा नियम : V = I x R (विद्युतदाब = विद्युतधारा x विद्युतरोध).

F = m x **a** याचाच विचार वेगळ्या पद्धतीने करता येईल:

F/**a** = m किंवा **F**/m = **a**. दिलेल्या माहितीवरून माहीत नसलेल्या गोष्टी काढण्याचा सराव भौतिकी शिकण्याच्या सुरुवातीला विद्यार्थ्यांना उपयोगी पडतो.

पुढची पातळी

F = m x **a** वरून पुढच्या पायरीवर जाणे तसे साधे सरळ पण विलक्षण आहे; ते म्हणजे प्रवेग म्हणजे काय याची जाणीव. प्रवेग म्हणजे, वेगामध्ये एका ठरावीक वेळात होणारा बदल. हा सरासरी बदल असू शकतो, जसे की, काही मिनिटात गाडी ० पासून ५० कि.मी. प्रतितास पर्यंत नेणे. किंवा हा एखाद्या विशिष्ट क्षणी, तत्क्षणी होत असणारा वेगातला बदल असू शकतो.

साधारण हे **a**=Δv/Δt असे लिहितात. (प्रवेग = वेगातील बदल / वेळातील बदल). इथे Δ (डेल्टा)चा अर्थ शेवटची किंमत वजा सुरुवातीची किंमत असा असतो. याउलट **a** = d**v**/dt, इथे d अक्षर तत्क्षणी होणारा बदल या अर्थाने वापरले जाते.

आता वेग म्हणजे वस्तूच्या स्थानात (position x) होणारा बदल असल्याने सरासरी वेगासंदर्भात **v** = Δ**x**/Δt असे आणि तत्क्षणीच्या वेगासंदर्भात **v** = d**x**/dt असे मांडता येते. एखाद्या वस्तूचे स्थान, तिचा वेग, तिचा प्रवेग, बल, वस्तुमान आणि वेळ या सगळ्यांमधले नाते विलक्षण आहे.

या कोड्याबद्दल वैज्ञानिक पिढ्यानपिढ्या विचार करत होते. शेवटी सतराव्या शतकात गतीबद्दलची प्राथमिक समीकरणे मांडली गेली. या समीकरणांमध्ये काही अक्षरे ठळक केलेली आहेत. त्याला विशेष अर्थ आहे. ठळक केलेल्या **x**, **v**, **a** आणि **F** या

सर्वांना नुसती किंमत नाही, तर विशिष्ट दिशादेखील आहे. आपण एका त्रिमित विश्वात राहात असल्याने समीकरणामधली प्रत्येक ठळक केलेली गोष्ट प्रत्यक्षात तीन समीकरणांबद्दल सांगत असते... x, y आणि z अशा तीन मितींमधल्या समीकरणांबद्दल. ही तिन्ही मितींमधली समीकरणे त्या त्या मितीमध्ये स्वतंत्र असतात. म्हणजे असे : बल, स्थान, वेग, प्रवेग यासंदर्भात x दिशेमध्ये जे घडते, त्याचा परिणाम इतर गोष्टींवरच्या x दिशेवरच होतो. तसेच y आणि z दिशेमध्ये जे घडते, त्याचा परिणाम त्याच दिशेपुरता असतो. म्हणूनच : तुम्ही जर सरळ वरच्या दिशेने चेंडू टाकला, तर त्यावर फक्त गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम होतो, तोही फक्त वर किंवा खाली याच दिशेने... तो बाजूच्या दिशेने हालणार नाही, कारण त्या दिशेने त्यावर कोणतेही बल काम करत नाही.

या समीकरणाचा उपयोग आणखीही काही प्रभावी पद्धतींनी करता येतो. वस्तूंना बिंदुवत वस्तुमान मानण्याऐवजी, त्यांना वेगवेगळ्या आकारातले वस्तुमान धरून त्यांचा विचार करता येतो. सरळ रेषेत जाणाऱ्या वस्तूऐवजी तारे किंवा ग्रहांच्या किंवा स्वतःच्याभोवती फिरणाऱ्या वस्तूंना या समीकरणात बसवता येते. यातून पुढे मग घूर्णन (torque), जडत्व (moment of inertia), कोनीय स्थान (angular position), कोनीय वेग (angular velocity), कोनीय प्रवेग (angular acceleration) या सगळ्या संकल्पनांचा विचार सुरू होतो. न्यूटनचे नियम आणि समीकरणे इथेही लागू पडतात. कारण **F** = m x **a** पासूनच यांचीही चर्चा सुरू होते.

बदलाचा दर आणि कॅल्क्युलस (कलनशास्त्र)

आता बदलाचा दर ही संकल्पना समजावून घ्यायला हवी.

वेग म्हणजे वस्तूचे स्थान बदलण्याचा दर : अंतर/वेळ किंवा अंतरातील बदल/वेळातील बदल. त्याचे परिमाण आहे मीटर/सेकंद किंवा किमी/तास.

प्रवेग म्हणजे वेगातील बदलाचा दर : वेगातील बदल/वेळातील बदल. याचे परिमाण झाले मीटर/सेकंद^{२}. कारण मीटर/सेकंद/सेकंद.

तुम्हाला जर एखाद्या वस्तूचे आत्ताचे स्थान आणि आत्ताची वेळ माहीत असेल, तिचा आत्ताचा वेग माहीत असेल आणि तिच्यावर आत्ता जे बल कार्यरत आहे व पुढेही कार्यरत राहील ते माहीत असेल; तर तुम्हाला ती वस्तू भविष्यात कुठे कशी कधी जाईल हे सांगता येते. मग ते भविष्य कितीही दूरचे का असेना... अर्थात फार लांबच्या भविष्यासाठी गणित करायला लागणारी संगणकीय सोय जवळ असायला हवी.

न्यूटनची समीकरणे ठोस उत्तरे देतात आणि म्हणून एखाद्या वस्तूची विशिष्ट वेळची मूळ स्थिती मोजता येत असेल, तीवर पुढच्या काळात काम करणारे बल माहीत असेल, तर तिचा पुढचा मार्ग निश्चित करता येतो.

ग्रहगोलांची गती, धूमकेतू आणि अशनी पृथ्वीजवळ कधी दिसतील त्याचे अंदाज असेच घेतले जातात. चंद्रावर जाण्यासाठी जी गणिते करावी लागतात, त्याच्या मुळाशी $\mathbf{F} = m \times \mathbf{a}$ हेच समीकरण असते. अशा समीकरणांना सेकंड ऑर्डर डिफरन्शिअल इक्वेशन (second order differential equation) म्हणतात, कारण इथे दोन वेळा बदलाचा दर घेतलेला आहे...

एक : प्रवेग म्हणजे वेगातल्या बदलाचा दर आणि दोन : वेग म्हणजेच अंतर किंवा स्थानाच्या बदलाचा दर.

Second order differential equation

डिफरन्शिअल इक्वेशन ही गणितातील एक महत्त्वाची शाखा आहे.

- *हे समीकरण तुम्हाला एखाद्या विशिष्ट वस्तूची पुढच्या क्षणाची अवस्था काय असेल, ते सांगते ... अर्थात आत्ताच्या क्षणाची अवस्था तुम्हाला माहीत असेल तर! हा क्षण संपला, की पुन्हा पुढच्या क्षणाची... असे करत भविष्यात कितीही पुढे जाता येते.*
- *मात्र : बरीचशी डिफरन्शिअल इक्वेशन अचूक सोडवता येत नाहीत. त्याचे जवळपासचे किंवा अंदाजे / अनुमानित उत्तर काढावे लागते. शिवाय यातल्या पुष्कळ डिफरन्शिअल इक्वेशनचे उत्तर सहज काढता येत नाही. फार अवघड असतात ती.*

$F = m \times a$ *हे असेच एक अवघड डिफरन्शिअल इक्वेशन आहे. तरीही तुलनेने साध्यासोप्या परिस्थिती संदर्भात आपण जी उत्तरे मिळवू शकलो, त्यातून खूप काही शिकायला मिळालेले आहे. कित्येक वर्षे भौतिकीमध्ये जे काम झालेले आहे, त्याचा पाया हाच आहे.*

पुढचा टप्पा : रॉकेट-विज्ञान आणि सापेक्षता

आता मात्र तुम्हाला थोडे खरे जाणून घ्यायला हवे. (म्हणजे? आतापर्यंतच्या थापा होत्या???)

न्यूटनने स्वतः कधीही **F** = m x **a** अशी मांडणी केली नव्हती. त्याने मांडले होते : बल म्हणजे संवेगात होणारा बदल... संवेग म्हणजे वस्तुमान x वेग.

"Force is the time rate of change of momentum." **F** म्हणजे (m x **v**) मध्ये होणारा बदल.

या दोन विधानातला फरक तुमच्या लक्षात येतो आहे ना?

F=Δ(m**v**)/Δt किंवा **F**=d(m**v**)/dt असे न्यूटनचे मुळातील म्हणणे होते. **F** = m x **a** पेक्षा हे वेगळे आहे. आपण जेव्हा **F** = m x **a** असे म्हणतो, तेव्हा आपण m म्हणजे वस्तुमान बदलत नाही, ते स्थिर आहे असे गृहीत धरतो!

वस्तुमान स्थिर असणे हे काही सार्वकालिक सत्य नाही! विसाव्या शतकात याला असणारे अपवाद स्पष्ट झाले. त्यातूनच भौतिकीची प्रगती झालेली आपण पाहिली.

एक तर रॉकेट-विज्ञान. रॉकेट प्रवेगासह उड्डाण करताना सातत्याने इंधन जाळून ते बाहेर सोडत वस्तुमान कमी करत जाते. जेव्हा m वस्तुमान आणि **v** वेग या दोन्हीमध्ये



होणारा बदल दाखवला जातो, त्याला बरेचजण रॉकेट समीकरण म्हणतात. जेव्हा वस्तुमान बदलत असते, तेव्हा त्याचा परिणाम गतीवर आणि गतीबदलावर देखील होतो. त्यामुळे रॉकेटचा मार्ग ठरवायला थोडे अधिक गुंतागुंतीचे गणित करायला लागते.

दुसरे म्हणजे विशिष्ट सापेक्षता : जेव्हा वस्तूंचा वेग हा प्रकाशाच्या वेगाच्या जवळपास जातो तेव्हा विशिष्ट सापेक्षतेचा विचार करावाच लागतो. विशिष्ट सापेक्षतेनुसार कोणतीही भौतिक वस्तू प्रकाशाच्या वेगापेक्षा जास्त वेगाने जाऊ शकत नाही.

न्यूटनचे नियम आणि **F** = m x **a** समीकरण वापरत असताना जेव्हा बल लावल्यावर वस्तूचे स्थान आणि प्रवेग गणिताने मांडले जात असतात, तेव्हा कधीतरी वेग चुकून प्रकाशापेक्षा जास्त येऊ शकतो... मात्र ही चूक **F**=d(m**v**)/dt वापरताना होत नाही. अर्थात प्रकाशाच्या वेगाजवळच्या वेगांसाठी गणित करताना सापेक्ष संवेग (relativistic momentum) वापरायचे ध्यानात ठेवावे लागते. सापेक्ष संवेग वापरला की विशिष्ट सापेक्षतेचा नियम आपोआप पाळला जातो.

बऱ्याच जणांनी असे म्हटले आहे, की न्यूटनला **F** = m x **a** असे सहजच म्हणता आले असते पण त्याने **F**=d(m**v**)/dt असे म्हटले याचे कारण कदाचित त्याला विशिष्ट सापेक्षतेची कल्पना असावी. हे अमान्य करता येण्याजोगे नाही. आणि हेदेखील खरेच आहे की या सोप्या दिसणाऱ्या समीकरणाच्या मागे आपल्या या विश्वाचे रहस्य उलगडणारी गूढरम्य दृष्टी उभी असावी. नवनवीन गणिते सोडवण्याची आधुनिक तंत्रे लागू केली की याची प्रचीती येते.

जेव्हा जेव्हा एखादा कण काळअवकाशाच्या वक्रपटावर धावू लागतो-, एखाद्या वस्तूवर बल काम करते, एखादी वस्तू दुसरीवर आपटते; स्थिरतेपेक्षा किंवा ठरावीक गतीने जाण्यापेक्षा वेगळे काहीही घडते, त्या त्या वेळी बल आणि प्रवेगाची संकल्पना पुढे येते.

F = m x **a** हे सदासर्वकाळ जरी लागू होत नसले, तरी बऱ्याच व्यापक परिस्थितींमध्ये लागू होते, त्यातून मिळणारी सखोल दृष्टी, त्यातून कळणारे विविध प्रणालींचे (साध्या तसेच गुंतागुंतीच्या) आंतरसंबंध यामुळे हे भौतिकीमधले अत्यंत महत्त्वाचे समीकरण आहे हे लक्षात येते.

तुम्ही जर भौतिकीमधले एकच समीकरण कुणाला शिकवणार असाल, तर ते हेच असूदे. पुढे पुरेसे प्रयत्न करून त्यातून, साऱ्या विश्वाचे कार्य कसे चालते याचे कोडेसुद्धा उलगडता येते!

मूळ लेख: https://medium.com/starts-with-a-bang/why-f-ma-is-the-most-important-equation-in-physics-ebd9afb21e9d

§§§

लेखक : **एथन सिगल**, खगोलभौतिकशास्त्रज्ञ, विश्वउत्पत्तीशास्त्र या विषयाचे लेखक आणि विज्ञान संप्रेषक. नासासाठी लेखन करतात.

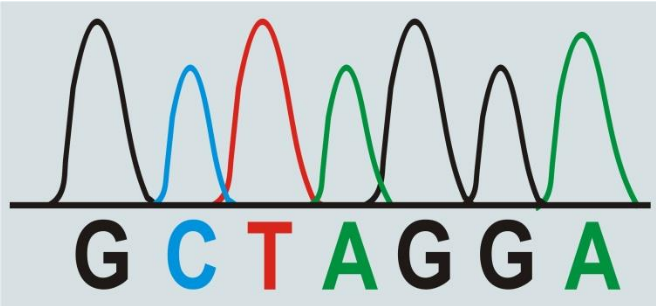
संक्षिप्त अनुवाद : **नीलिमा सहस्रबुध्दे**, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : neelimasahasrabudhe@gmail.com

(कळीचे शब्द: न्यूटन, न्यूटनची समीकरणे, बल, वस्तुमान, प्रवेग, रॉकेट-विज्ञान, सापेक्षता, बदलाचा दर, कॅल्क्युलस)

सजीवांचा बारकोड

लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी

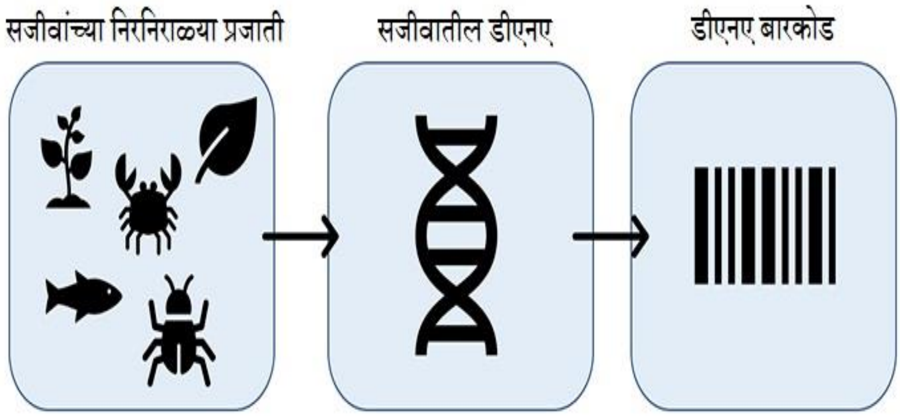


सुपरमार्केट मधील वस्तूवरील आपल्याला परिचित असलेला बारकोड डावीकडे(चित्र स्रोत : विकीपेडिया) आणि उजवीकडे आहे झूप्लँक्टन या प्लवकाचा डीएनए बारकोड (चित्र स्रोत: http://www.cmarz.org/barcode.html*)*

सुपरमार्केटमध्ये सामान घेताना पाकिटावरील बारकोड स्कॅन करताना पाहिलंय? ते केल्याबरोबर बिलाच्या यादीत वस्तूचं नांव आणि त्याची किंमत आपोआप टाईप केली जाते. आपल्या डोळ्यांना जरी ती केवळ काळी पट्टेरी चौकट दिसली तरी त्या विशिष्ट वस्तूबाबत त्यात माहिती साठवलेली असते. अशीच बारकोडची चौकट प्रत्येक सजीवासाठी असेल तर किती मजा येईल ना? तशी ती आहेच पण वेगळ्या नैसर्गिक स्वरूपात. प्रत्येक सजीवाच्या डीएनएमध्ये त्याची ओळख करून देणारे विशिष्ट गुण

असतात हे २००३ साली कॅनडाच्या पॉल हेबर्टनं दाखवून दिलं. त्या जीवाला विशिष्ट ओळख देणाऱ्या गुणांच्या या वर्णनाचं त्यानं 'डीएनए बारकोड' असं नामकरण केलं. म्हणजे असं की या डीएनएची रचना सगळ्या वनस्पती आणि प्राण्यांसाठी वेगवेगळी असते आणि त्यावरून त्यांना ओळखता येतं. मायटोकॉन्ड्रीयातील जनुकाचा एक विशिष्ट भाग सर्वसाधारणपणे यासाठी वापरला जातो, अपवाद काही वनस्पतींचा. त्यांच्यासाठी वेगळ्या जनुकाचा बारकोड मान्यता पावला आहे.





सजीवाच्या डीएनएमध्ये त्याची ओळख करून देणारे विशिष्ट गुण असतात हे दाखवून देणारे शास्त्रज्ञ पॉल हेबर्ट आणि सजीवांचा डीएनए बारकोड (चित्र स्रोत : विकिपीडिया)

वनस्पती आणि प्राणी जिवंत अथवा मृत स्थितीत असो किंवा त्यांची कलेवरे कुजलेली असोत त्यांचा डीएनए बारकोड वापरून तो ओळखणं आता सहज शक्य आहे.

जीवसृष्टीचे वर्गीकरण

जीवसृष्टीच्या वर्गीकरणासाठी डीएनए बारकोडचा सर्वप्रथम उपयोग करण्यात आला. सृष्टीतील सजीवांचं वर्गीकरण करताना त्यांचे सर्वसाधारणपणे संघ, संघाचे अथवा विभागाचे अनेक वर्ग, वर्गांचे गण आणि गणांची कुले अशी उतरंड लावली जाते. याशिवाय उपकुले, उपविभाग, उपवर्ग, गोत्रे, श्रेणी असे लहान भागही पाडले जातात.

पोटजाती (genus) आणि प्रजाती (species) हे या साखळीतले शेवटचे एकक. सृष्टी कोट्यवधी जाती-प्रजातींनी नटलेली आहे. केवळ फुलपाखरांच्याच तीन लाखांवर प्रजाती http://www.gbif.org/ या संकेतस्थळावर नोंदवलेल्या आहेत यावरून जीवसृष्टीच्या वैविध्याची कल्पना यावी. पारंपरिक पध्दतीनं सजीवांचं वर्गीकरण करताना त्यांची रचना, स्वरूप (आकार, ठेवण, रंग, वगैरे), पर्यावरणीय आवास, त्यांच्या उत्क्रांतीच्या पातळीवरील संदर्भ अशी वैशिष्ट्यं वापरली जात असत. शिवाय अशा वैविध्यामुळे प्रत्येक वर्ग, कुलातील वनस्पती-प्राण्यांचं वर्गीकरण करायला एक-एक तज्ज्ञ त्याची हयात खर्ची घालत असे.

खालच्या स्तरावरील प्राण्याचं वर्गीकरण अशा पध्दतीनं करणं तर अधिकच कठीण होई. कारण त्याच्या जीवनचक्रात तो अनेक अवस्थांमधून (उदा. अंडं, अळी, कीटक, पूर्ण वाढ झालेला प्राणी) जातो. शिवाय कधीकधी सजीवांत एखादा सजीव त्याच्या व्यंगांमुळे इतरांपासून वेगळा दिसे आणि मग तज्ज्ञांनाही वाटे की ही नवीच प्रजाती असावी. मग इतरांनी तो ओळखण्याची बात तर दूरच.

अशा क्लिष्टतेमुळं जैववैविध्याचं केवळ मानवी प्रयत्नांतून वर्गीकरण करायचं तर त्यासाठी प्रत्येक कुलाच्या हजारो तज्ज्ञांनी अथक प्रयत्न केले तरी या अवाढव्य कामाला गवसणी घालणं कठीणच होतं. म्हणून डीएनए बारकोडचा शोध या कामासाठी अतिशय उपयुक्त देणगी ठरला आणि जाती-प्रजातींचं वर्गीकरण वेगानं करणं सुलभ झालं शिवाय त्यात नेमकेपणा आला. अर्थात बारकोडवरून वर्गीकरण करण्याच्या पध्दतीलाही काही मर्यादा आहेत. अशा वेळी तेथे तज्ज्ञांचा विचार अंतिम निर्णयासाठी वापरायची पध्दत आता रूढ झाली आहे.

परजीवी आणि रोगवाहकांची ओळख

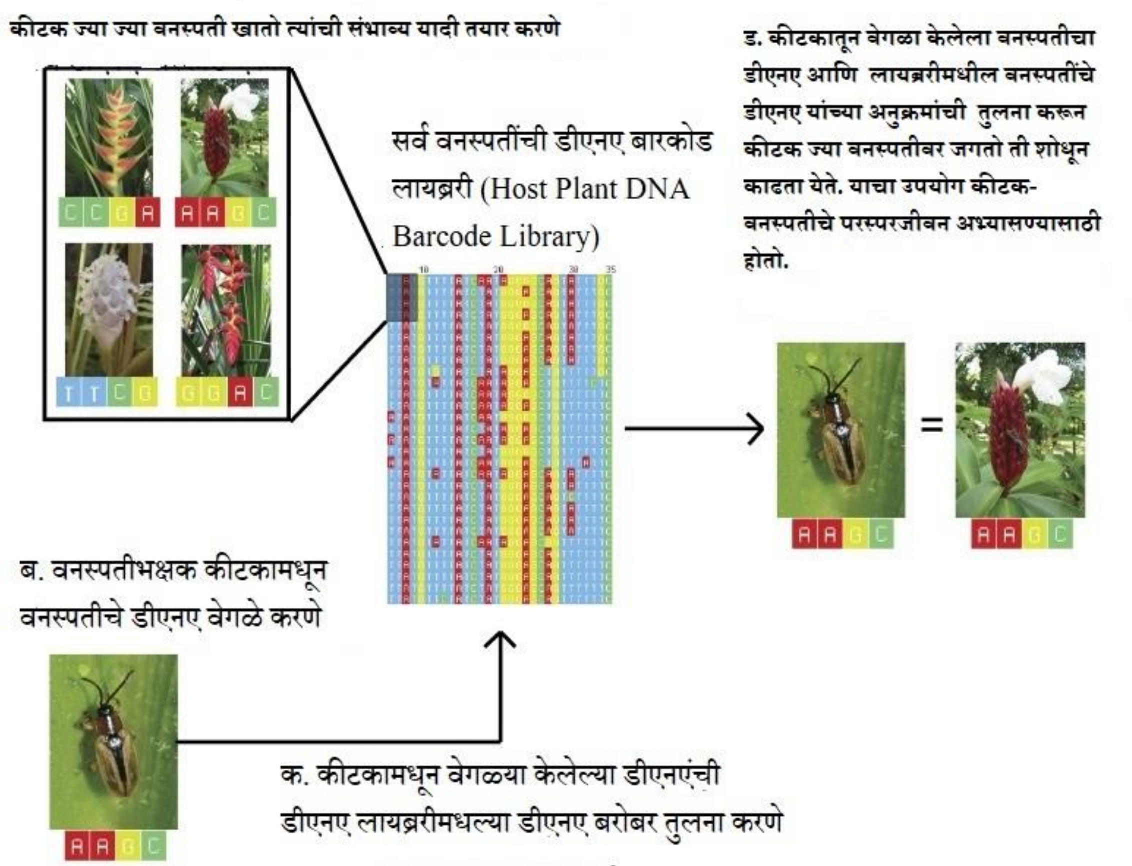
सृष्टीतल्या काही सजीवांमुळे रोगराईला चालना मिळते. अशा वेळी एखादा रोग कोणत्या परजीवी अथवा रोगवाहकामुळे झाला हे समजणं अतिशय आवश्यक असतं. प्रतिबंधक उपाय योजताना रोगाचं मूळ शोधणं आवश्यक असतं. अनेक परजीवींचे आकार, ठेवण सतत बदलते. डास हा एक महत्त्वाचा रोगवाहक. अधूनमधून डेंग्यू किंवा मलेरियाच्या साथी आल्या की बातम्या आणि माध्यमांमध्ये डासांवर चर्चा सुरू होते. डासांना पकडून त्यांच्या स्वरूपावरून प्रजाती ओळखणं तज्ज्ञांनाही अवघड किंबहुना केवळ अशक्यच होतं. आता डीएनए बारकोड एक मोठी देणगीच ठरला आहे.

भारतीय आयुर्विज्ञान संशोधन परिषदेच्या प्रदीपकुमार आणि सहाध्यायांनी रोगवाहक ठरलेल्या भारतातल्या ६३ प्रजातींच्या डासांचं प्रथम २००७ साली डीएनए बारकोडिंग केलंय. याशिवाय हेच तंत्रज्ञान वापरून त्यांनी आरोग्यास घातक अशा घुंगरटांची (sand flies) माहितीही गोळा केली आहे. इतरत्र असा अभ्यास परजीवी, सूत्रकृमी (nematodes), तंतुकृमी (filarioid worms), इत्यादींवर झाला आहे. ही माहिती अशा परजीवी आणि नेमक्या रोगवाहकांच्या जाती प्रजाती तुलनात्मकरित्या शोधण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त ठरत आहे.

कीड आणि परभक्ष्यांची ओळख

शेतकी उत्पादनाची नासाडी करणारी सृष्टीचाच एक भाग असलेली कीड आणि या किडींचाच भक्ष्य म्हणून वापर करणारे कीटक यांची नेमकी ओळख किडींचं नैसर्गिक निर्मूलन करायला अत्यंत उपयुक्त आहे. यांच्या बारकोडिंगचे पध्दतशीर प्रयत्न इतरत्र होत

आहेत. किडीची नेमकी ओळख आणि त्यावर वेळीच योग्य उपाय हा त्यामागचा हेतू. यात किडे, बॅक्टेरीया, कवक (fungi), सूत्रकृमी (nematode) यांचा समावेश आहे. ७५ देशांतून गोळा केलेल्या सुमारे ५० पोटजाती आणि त्यांच्या १७०० प्रजाती असलेल्या २० हजार माश्या आणि पतंगवर्गी (lepidopterous) कीटकांच्या नमुन्यांचे (specimens) झालेलं बारकोडिंग हे एक उत्तम उदाहरण.



कीटक आणि वनस्पतीचे सहजीवन समजून घेण्यासाठी डीएनए बारकोडींगचा उपयोग: झिंजीबेरालीस कुळातील वनस्पती आणि बीटल हे कीटक यांचे सहजीवन या पद्धतीने अभ्यासण्यात आले.

चित्र स्रोत - https://www.researchgate.net/publication/234106152_Tropical_Plant-Herbivore_Networks_Reconstructing_Species_Interactions_Using_DNA_Barcodes

युरोपमधील भुंगेरा (beetles) जातीच्या प्राण्यांचेही बारकोडिंग करून झालं आहे. कोळी हा प्राणी एक उत्तम सर्वकीड भक्षक. कोळ्यासाठी किडीच्या प्रकारातले पतंगवर्गी कीटक, माईट (mites), फुलकिडे (thrips), एफिडस् इत्यादी कीटक म्हणजे मेजवानीच!

म्हणून किडीचं नैसर्गिक निर्मूलन करायला कोळी हा एक उपयुक्त प्राणी म्हणून ओळखला जातो. २०१४ साली जम्मू विद्यापीठाच्या सुमिता शर्मांनी जगभरातील कोळयांच्या ३६९४ पोटजाती आणि ४०७०० प्रजातींपैकी भारतात १०९६ प्रजातींची नोंद असल्याचं म्हटलं आहे.

अशा सगळ्या नैसर्गिक शत्रू आणि त्यांच्या भक्षकांची नेमकी ओळख करून घेण्यासाठी बारकोडिंग झालं तर ते अन्नसाखळीत वापरून कीडनिर्मूलनासाठी मोठे उपकारक ठरेल. बारकोडवरून जीवाची नेमकी माहिती उपलब्ध होऊ शकते आणि योग्य ती उपाययोजना लगेच करणं शक्य होऊ शकतं. परभक्ष्यी प्राण्यांच्या जीवनचक्राच्या वेगवेगळ्या पायऱ्यांवर आणि वेगवेगळ्या ऋतूंत असलेल्या आहाराच्या सवयींचा अभ्यास, ते कोणत्या प्रकारच्या किडीचे सेवन करतात यावर प्रकाश पाडतो. असा अभ्यासही कीडनियंत्रणास उपकारक ठरतो. यासाठी त्यांच्या आतड्यातील अन्नाचं परीक्षण केलं जातं. सेवन केलेल्या अन्नातून भक्ष्याचे डीएनए मिळवून बारकोड पध्दतीनं त्या माहितीचं पृथ:करण करून त्यांचा परस्पर संबंध प्रस्थापित करणं सहज शक्य आहे हे अभ्यासकांना समजल्यानं त्या दृष्टीनं प्रयत्न चालू आहेत.

जीवसृष्टीतल्या हयात असलेल्या वनस्पती-प्राण्यांची ओळख एवढाच डीएनए बारकोडचा मर्यादित उपयोग नाही तर त्यांचे अन्नपदार्थात किंवा औषधात रूपांतर झाल्यावरही त्यांची ओळख डीएनए बारकोडवरून पटवता येते. तसंच त्यांच्या अवयवांच्या तस्करीसारखे अवैध उद्योग, त्यांच्या मृत्यूची नेमकी वेळ शोधून काढण्यासाठी आणि एखाद्या सजीवाचे तुकडे-तुकडे झाल्यानंतरही तो नेमका कोणत्या वनस्पती-प्राण्याचा भाग होता हे ओळखण्यासाठीही डीएनए बारकोडचा उपयोग केला जातोय.

खाद्यपदार्थांचे प्रमाणीकरण

खोटं लेबल लावून प्रक्रिया केलेले अन्नपदार्थ स्थानिक आणि आंतरराष्ट्रीय पातळीवर विक्रीस आणण्याचे अनेक प्रकार होत असत. विशेषत: सागरी प्राण्यांपासून बनवलेल्या अन्नपदार्थांचा यात मोठ्या प्रमाणात भरणा असे. त्यांच्यावर प्रक्रिया केल्यानंतर कुठल्या प्राण्यापासून तो पदार्थ बनवला हे कळायला काही मार्ग नसे. केवळ उत्पादकाच्या लेबलवर विश्वास ठेवावा लागत असे. डीएनए बारकोडच्या शोधामुळं आता हा पदार्थ बनवायला नेमका कोणता सजीव वापरला आहे हे कळणं सहज शक्य झालं आहे. अशा अन्नातून वापरलेल्या प्राण्यांचे डीएनए वेगळे काढता येतात आणि जर लेबलप्रमाणे त्यातील कच्चा माल नसेल तर फसवणूक उघडकीला आणता येते.



भेसळ टाळण्यासाठी इटलीमध्ये डीएनए व्हेरीफाईड घटक वापरून तयार केलेले खाद्यपदार्थ

https://www.foodnavigator.com/Article/2019/04/24/Italian-biotech-taps-DNA-barcoding-to-increase-food-safety-and-prevent-fraud

हर्बल उत्पादनात वापरलेल्या वनौषधी तपासण्यासाठीही याचा उपयोग होत आहे. एका अभ्यासात बारा कंपन्यांच्या एकूण ४४ वनौषधींची उत्पादनं तपासल्यावर असं दिसून आलं की केवळ दोन कंपन्यांची उत्पादनं अस्सल वनस्पती वापरून बनवलेली होती तर इतर उत्पादनं दूषित, पर्यायी वनस्पती वापरून किंवा अस्सल वनस्पतींबरोबर इतर वनस्पतींची भर घालून बनवलेली होती. अशा भेसळीलाही आता डीएनए बारकोडमुळे आळा बसला आहे.

वन्यजीवांच्या अवयवांचा बेकायदेशीर व्यापार

वन्यपशूंच्या शरीराच्या भागांचा मोठ्या प्रमाणात बेकायदेशीर व्यापार चालतो. यामुळे अनेक जाती-प्रजाती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत. भारत उष्ण कटिबंधीय प्रदेशात असल्यानं इथं मोठ्या प्रमाणात जैवविविधता आढळते पण त्याला उतरती कळा लागली आहे. वाघ-सिंहाची नखं, सापांची कात, मोठ्या प्राण्यांचे दात व शिंगं, बेडकाचे पाय वगैरेचा बेकायदेशीर व्यापार चालतो. तस्करी करताना पकडल्यानंतर काही अवयव कोणत्या प्राण्याचे आहेत हे समजणं अवघड जातं.

डीएनए बारकोडिंगमुळे हे जलद आणि विश्वसनीय पद्धतीने ओळखता येणं शक्य झालं आहे. २०१४ साली नाशकातील वनाधिकाऱ्यांनी तस्करांकडून २१ नखं हस्तगत केली पण ती नेमकी कोणाची आहेत याचा त्यांना अंदाज येत नव्हता. औरंगाबादच्या आंबेडकर मराठवाडा विद्यापीठात याचं बारकोडिंग करून माग काढला गेला आणि त्यातील १६ नमुने बिबळ्याच्या नेमक्या कोणत्या प्रजातीचे आहेत ते शोधून काढलं गेलं तर ५ नमुने कोणत्या कुळातील प्राण्याचे असू शकतात याचा अदमास बांधला गेला.

न्याय वैद्यकीय उपयोग

मानवाच्या बेवारस मृत शरीराचा माग काढणारा पहिला प्राणी म्हणजे वेगवेगळ्या प्रजातींच्या माश्या! मृत शरीरावर घोंगावत त्या तेथे अंडी घालून प्रजोत्पादन सुरु करतात. मृत शरीरातून मिळवलेली अंडी, अळया (माश्यांच्या जीवनचक्रातील टप्पे), न्याय वैद्यकीय विश्लेषणात जे प्रेत दोन किंवा त्यापेक्षा अधिक आठवडे सडत पडलं असेल त्याच्या मृत्यूची वेळ किंवा दिवस ठरवायला मोठीच मदत करतात. परंतु या कोणत्या प्रजातीच्या

माश्या आहेत हे अचूकपणे ओळखता आलं तर त्याचा नेमकेपणानं उपयोग होतो आणि हे बारकोडिंग तंत्रानं सहज शक्य होतं. ब्राझीलच्या एका वैज्ञानिकानं मृत्यूची वेळ ठरवायला मदत करणाऱ्या माश्यांच्या २० प्रजाती शोधून काढल्या आहेत. वेगवेगळया ऋतूत आणि तापमानात त्यांच्या जीवनचक्राची वाटचाल नोंदवली आहे.

विमानतळावर

भारतात विमानसेवा वाढीला चालना द्यायला सरकार हल्ली अनेक सवलती देत आहे. पण ही सेवा विमानतळ परिसरात असलेल्या पक्ष्यांच्या उपस्थितीने ग्रस्त आहे. विमानांना परिसरातल्या पक्ष्यांची धडक बसून अनेकदा विमान नादुरुस्त होतं. एका अनुमानानुसार यामुळं हा उद्योग दर वर्षी सुमारे ३० अब्ज रुपयांचा तोटा सहन करतोय! याशिवाय प्रवाशांचा खोळंबा, वैमानिक आणि इतर कर्मचाऱ्यांचे कामाचे तास वाया जाणं वगैरेचा हिशेब नाही. हे टाळण्यासाठी परिसर स्वच्छता, आवाज आणि भासांचा उपयोग करून पक्ष्यांना तिथं येण्यापासून परावृत्त करणं, रडारवरून त्यांचं नियमन वगैरे प्रयत्न केले जातात. 'असतील शितं तर जमतील भुतं' या उक्तीनुसार परिसरात पक्षी त्यांच्या अन्नासाठी येणारच. वेगवेगळया पक्ष्यांचं खाद्य वेगवेगळं असतं. विमानतळावर ज्या जाती-प्रजातींचे पक्षी विमानाला धडका मारतात त्या पक्ष्यांना मिळणाऱ्या खाद्याचं निर्मूलन केलं तर या अपघातांची शक्यता कमी करता येते. पण विमानाला धडक दिल्यानंतर बारीक-बारीक तुकड्यात विखुरलेला पक्षी नेमका कुठला होता हे समजणं कर्मकठीण. अशा वेळी डीएनए बारकोडिंग तंत्रानं पक्ष्याच्या पिसाचा किंवा इतर कुठल्याही भागाचा एखादा तुकडा जरी मिळाला तरी त्यावरून तो पक्षी नेमका कुठला हे ओळखता येतं. पुण्याच्या राष्ट्रीय

कोशिका विज्ञान केंद्राच्या (एनसीसीएस) डॉ. शौचे यांनी नुकताच असा अभ्यास करून संरक्षणखात्याला त्यांच्या विमानांना धडका देणाऱ्या पक्ष्यांची यादी सादर केली आहे.

असे या तंत्राचे काही उपयोग. http://v4.boldsystems.org/ या संकेतस्थळावर जगभरच्या प्रयत्नांतून प्रत्येक जीवाला त्याची ओळख देणाऱ्या डीएनए बारकोडची माहिती एकत्र केली जातेय. आजमितीस ५० लाख सजीवांचं झालेलं बारकोडिंग सर्वांसाठी विनामूल्य खुलं आहे. न जाणो आणखी काही वर्षांनी व्यक्तिगत ओळखही डीएनए बारकोडने दिली जाईल!

.wwwmuraritapaswi.blogspot.com *वरून साभार.*

क्यूआर कोड या विषयावरील शैक्षणिक संदर्भ मध्ये प्रसिद्ध झालेले लेख वाचा :
बहुपयोगी क्यूआर कोड-भाग १ : https://www.sandarbhsociety.org/pdf/Issue-128/Week-03-QRCode-Issue-128-Shaikshanik-Sandarbh-Feb-Mar-2021.pdf
बहुपयोगी क्यूआर कोड-भाग २ : https://www.sandarbhsociety.org/pdf/Issue-129/Week-02-QRCode_2-Issue-129-Shaikshanik-Sandarbh-Apr-May-2021.pdf

§§§

लेखक: **मुरारी तपस्वी**, राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्था, गोवा येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त. ग्रंथालयशास्त्रात विद्या वाचस्पती.

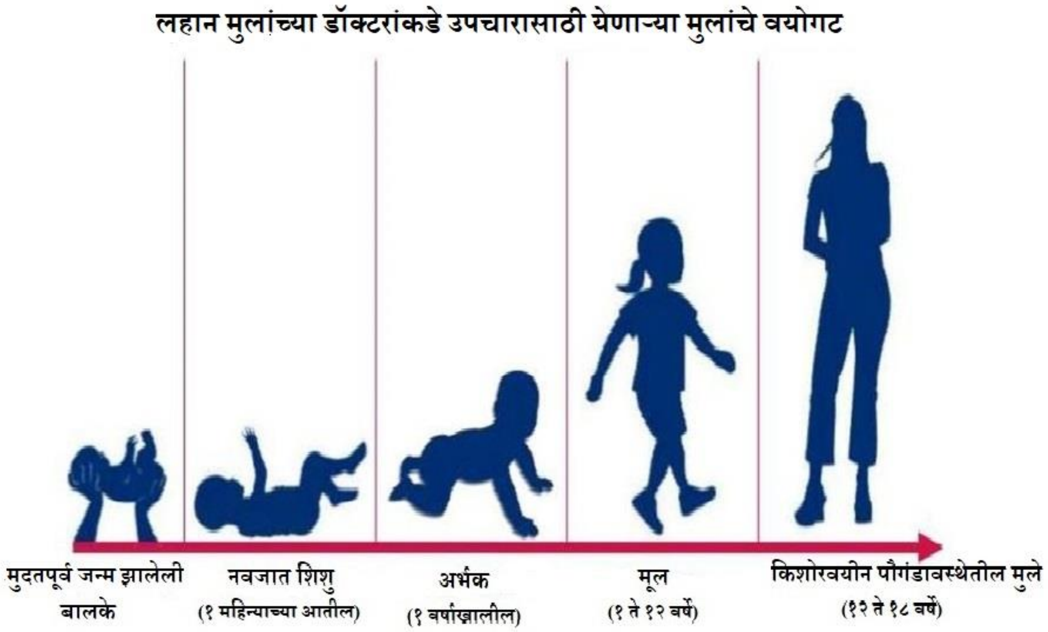
इ-मेल : tapaswimurari@gmail.com

(कळीचे शब्द: डीएनए बारकोड, सजीवांचे वर्गीकरण, डीएनए बारकोडिंगचे उपयोग)

लहान मुलांना औषध : का व कसे द्यावे ?

लेखक : डॉ. सुहास नेने

लहान मुलांना मोठ्या माणसांसाठीचे औषध थोडेफार कमी करुन दिले तर चालेल का? या प्रश्नाचे उत्तर अजिबात चालणार नाही असे असणार आहे. कसे ते आपण बघू.



नवजात शिशु, अर्भक, लहान मुलं, वयात येणारी मुलं यांच्याविषयीच्या आजाराची देखभाल करणाऱ्या डॉक्टरांना लहान मुलांचे डॉक्टर म्हणून संबोधले जाते. सध्याच्या प्रचलित रितीनुसार अठरा वर्षांपर्यंत वयाची मुले मुली ही या स्पेशालिस्ट डॉक्टरांकडे तपासणीसाठी येतात. प्रसूतीचे पूर्ण दिवस (३६ आठवडे) भरण्याआधी जन्मलेल्यांना मुदतपूर्व जन्म झालेली बालके (प्रीमॅच्युअर), एक महिन्याच्या आतल्यांना

नवजात, एक वर्षाखालील मुलांना अर्भक, एक ते बारा वयोगटातल्यांना मूल आणि बारा ते अठरा या वयोगटातल्यांना वयात येणारे असे सर्वसाधारणपणे समजले जाते.

शरीराचे आकारमान आणि शरीराची परिपक्वता हे हातात हात घालून असतात हाच लहान मुलं आणि मोठी माणसे यांच्यातला सगळ्यात मोठा फरक आहे म्हणूनच मुले म्हणजे छोटे प्रौढ किंवा मूल म्हणजे प्रौढाची लहान आवृत्ती हे समीकरण चुकीचे ठरते. यामुळेच तक्रारीवरून निष्कर्ष काढणे, औषधांची योग्य मात्रा ठरवणे आणि आजाराचे योग्य निदान या बाबतीत मुलं प्रौढांपेक्षा नक्कीच वेगळी असतात. तेव्हा मूल लहान आहे म्हणून मोठ्या माणसांच्या डोसचा अर्धा किंवा पाव डोस त्याला देणे हे पूर्णपणे अव्यवहार्य आहे, चुकीचे आहे.

जन्मजात आजार, जनुकीय फेरफार आणि वाढीच्या टप्प्यातील चांगले वाईट बदल याबद्दल लहान मुलांच्या डॉक्टरांना जास्त सतर्क राहण्याची आवश्यकता असते.

दिलेल्या औषधाचे लहान आतड्यामधून रक्तामध्ये शोषण, त्यांचे शरीरातील वितरण किंवा वाटप, चयापचय म्हणजेच अन्नाचे ऊर्जेमध्ये रूपांतर करण्याची प्रक्रिया आणि उत्सर्जन म्हणजे नको असलेला भाग टाकून देण्याची प्रक्रिया या मुलांमध्ये प्रौढांपेक्षा निश्चितच वेगळ्या असतात आणि त्यामुळेच लहान मुलांमध्ये औषधाचे डोसेस नेहमीच वेगळे, वैशिष्ट्यपूर्ण असतात. या सर्व प्रकारांवर नेहमीच शोध प्रक्रिया चालू असतात व त्यामुळेच संशोधनाअंती नवीन नवीन गोष्टी उजेडात येत असतात. याचा लहान मुलांना औषधयोजना करण्याच्या बाबतीत कायमच सकारात्मक उपयोग केला जातो.

सर्वप्रथम आपण शोषणाविषयीचा (absorption) विचार करू. जन्मानंतर चोवीस तासांनी जठरात आम्ल तयार होते. लहान मुलांमध्ये पोटात तयार होणारे व पचनासाठी आवश्यक असणारे आम्ल खूप कमी प्रमाणात स्रवत असते. त्यामुळे त्यांच्या पोटातला पीएच निसर्गतः जास्त असतो. तोंडाने देण्यात येणाऱ्या काही औषधांचा उपयोग व्हावा यासाठी आम्लाची आवश्यकता असते कारण ही औषधे शोषून घेतली जाण्यापूर्वी आम्लामध्ये हव्या त्या प्रमाणात नष्ट होऊ न शकल्याने त्यांच्यापासून दुष्परिणाम होण्याची शक्यता वाढते. काही औषधे जास्त शोषली गेली तर त्यांच्यामुळे होणारा धोका वाढू शकतो. पोटामध्ये अन्न गेल्यानंतर जठर रिकामे होण्याची प्रक्रिया होण्यासाठी जास्त वेळ लागत असल्याने औषध आतड्यामध्ये शोषले जाण्याची प्रक्रिया मंदावते तरी किंवा उशीराने होते. (जठर रिकामे होणे= gastric emptying time) जठरामधून अन्न लहान आतड्यामधे पाठवण्याकरिता लागणारा वेळ हा पण बऱ्याच गोष्टींवर अवलंबून असतो. तीन वर्षांनंतर मोठ्या माणसाइतकेच आम्ल मूल तयार करते.

औषधांचे शोषण (absorption) होण्यासाठी काही वितंचकांची देखील आवश्यकता असते. वितंचक (Enzymes) म्हणजे जिवंत पेशीत निर्माण होणारे व रासायनिक बदल घडवून आणणारे रासायनिक द्रव्य. या विकरांची संख्या जसजसा अन्नमार्ग तोंडापासून गुदद्वारापर्यंत पुढे पुढे सरकत जातो तशी वाढत जाते. जसे वय वाढते तसे विकर देखील वाढतात. जठरात तयार होणारे आम्ल, लिव्हरमध्ये तयार होणारे बाईल सॉल्ट्स, आतड्यांच्या हालचालींचा वेग, आतड्याची एकूण लांबी, त्यामधला शोषणासाठी आवश्यक असणारा भाग, आतड्यांमधील उपयुक्त जीवाणू, आणि शरीराची

स्थिती यावर शोषण अवलंबून असते. यातील प्रत्येक गोष्ट वयानुसार बदलत असते. कोणत्या प्रकारचे अन्न खाल्ले की पोट मोकळे होते यावरसुद्धा औषधाचे शोषण होते की नाही हे अवलंबून असते.

तोंडाने दिलेल्या औषधाच्या वितरणाचे (distribution) प्रमाण किंवा वाटप शरीरातील पाणी, शरीरातील चरबी आणि औषधाने रक्तातील प्रथिनाला घट्ट वेढणे (protein binding) यावर अवलंबून असते.

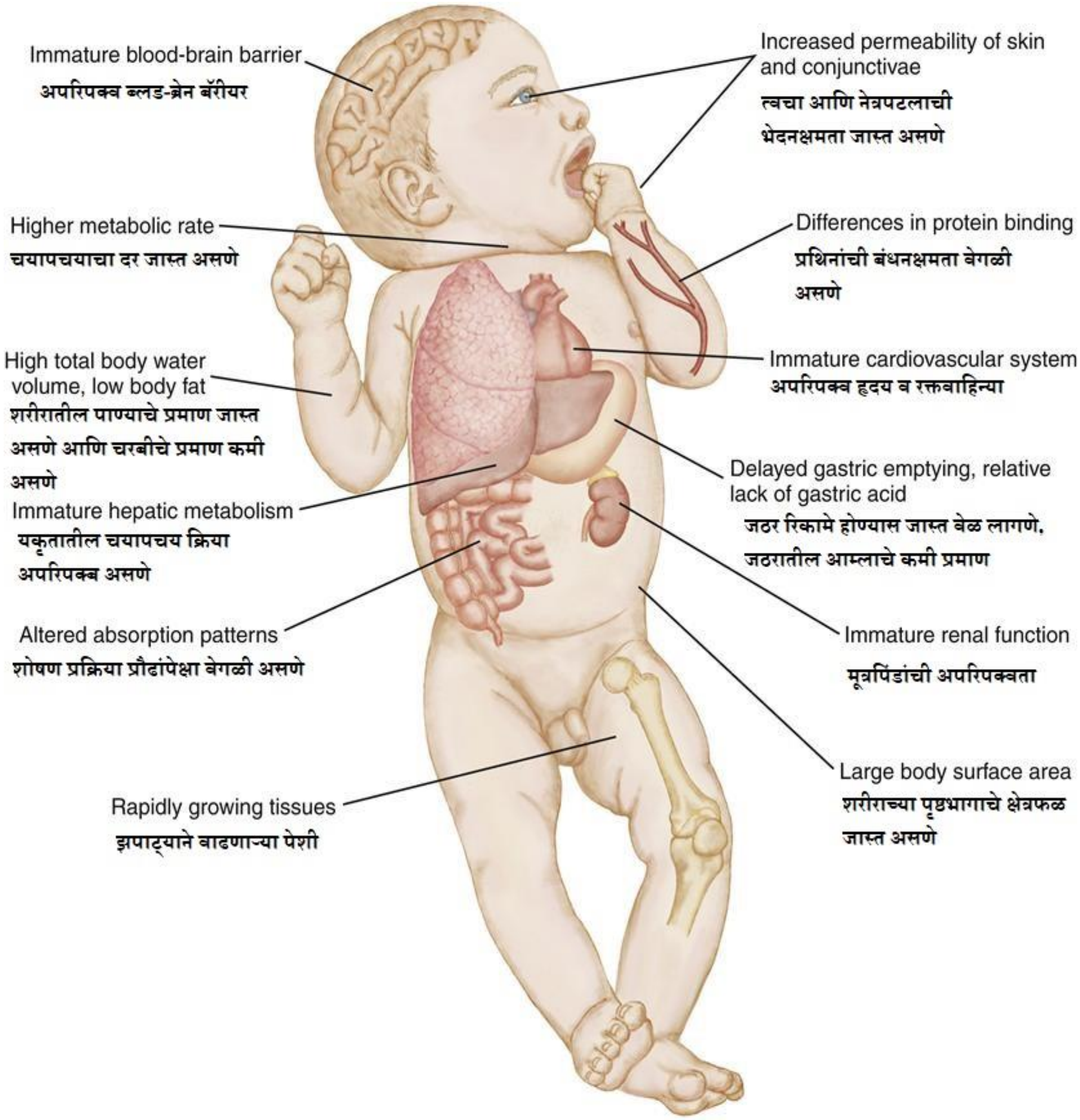
छोट्या मुलांमध्ये डिस्ट्रिब्युशन व्हॉल्यूम खूप मोठा असतो. त्यामुळे जी औषधे पाण्यात विरघळणारी असतात ती जास्त मात्रा दिली गेली तरच उपयोगी पडतात किंवा ही औषधे देण्याच्या वेळा तरी जुळवून किंवा बदलून घ्याव्या लागतात.

डिस्ट्रिब्युशन व्हॉल्यूम

शरीरातील रक्त वगळता इतर पेशींमध्ये वितरीत झालेले औषधाचे प्रमाण. आधी रक्तात आणि नंतर इतर अवयवांच्या पेशींमध्ये औषध पोचते. तेथे ते किती प्रमाणात पोचेल ते शरीरातील पाणी, चरबीचे प्रमाण तसेच औषधाने रक्तातील प्रथिनाला घट्ट वेढणे अशा घटकांवर अवलंबून असते. पेशींमध्ये किती औषध पोचेल त्या प्रमाणावर औषधाचा परिणाम अवलंबून असतो आणि म्हणून त्यानुसार त्याचा तोंडावाटे देण्याचा डोस ठरवला जातो.

लहान मुलांमध्ये प्लाझ्मा प्रोटिन्स कमी असल्यामुळे प्रथिनाला चिकटणाऱ्या औषधांबाबतही हाच कळीचा मुद्दा ठरू शकतो. लहान मुलांमध्ये प्रथिने औषधांना बांधून

ठेवू न शकल्यामुळे ह्या प्रकारच्या औषधाचे वितरण जास्त ठिकाणी होते. हे धोकादायक ठरू शकते.



लहान मुलांना दिल्या जाणाऱ्या औषधांचे शोषण, वितरण, चयापचय आणि उत्सर्जन (Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion)यावर परिणाम करणारे घटक. हे घटक प्रौढ माणसांपेक्षा वेगळे असल्यामुळे लहान मुलांना औषध देताना ते वेगळ्या मात्रेत आणि काळजीपूर्वक द्यावे लागते.

चित्र स्त्रोत-https://nursekey.com/medication-administration-and-safety-for-infants-and-children/

चयापचयाची क्रिया लहानपणी सुरुवातीला खूप संथ असते. जन्मानंतर काही आठवड्यातच ती प्रौढ माणसाइतकीच प्रभावी बनते. चयापचय होण्यासाठी वितंचकांची आवश्यकता असते. हे वितंचक लहान आतड्यात वेगवेगळ्या ठिकाणी असतात. वय जसे वाढते तशी वितंचकांची संख्यादेखील वाढत जाते. काहीही खाल्ले तरी पचवणे काही मर्यादेपर्यंत तरी वय जसे वाढते तसे शक्य होते ते याच कारणामुळे.

रक्तामधून मेंदूमध्ये जास्त औषध जाऊ नये यासाठी निसर्गतःच काही अवरोध केलेला असतो. परंतु ही प्रक्रिया पूर्णपणे कार्यरत होण्यासाठी जन्मानंतर काही वेळ लागतो याचेही भान काही विशिष्ट औषधे देताना ठेवावे लागते.

उत्सर्जन (Excretion) म्हणजे नको असलेली जास्तीची औषधे टाकून देण्याची क्रिया. हे काम खरे म्हणजे मूत्रपिंड आणि यकृत यांचे असते. जन्मतः मूत्रपिंडे पूर्णपणे काम करत नाहीत पण मूल साधारणपणे एक वर्षाचे होईपर्यंत मूत्रपिंडांचे काम प्रौढाइतकेच सुधारलेले असते. लहान वयात मूत्रपिंडांचा आकार थोडा मोठा असतो म्हणून जी औषधे लघवीवाटे निघून जाणार असतात ती जास्त प्रमाणात निघून जाऊ शकतात. मात्र अर्भक आणि पूर्ण दिवस भरण्यापूर्वी जन्मलेली मुले यांमध्ये किडनीची वाढ पूर्ण झाली नसल्याने नको असलेले औषध शरीरात साचून राहण्याची भीती वाढते. मग अशावेळी औषधाची मात्रा तरी खूप कमी द्यावी लागते किंवा दिवसातून किती वेळा औषध द्यायचे त्या वेळा तरी कमी कराव्या लागतात.

लहान मुलांचे औषधाचे प्रमाण एक किलो वजनाला इतके मिलिग्रॅम औषध याप्रमाणे द्यायचे असते. ते शक्य नसल्यास वय, वजन, बाह्यांगाचे क्षेत्रफळ म्हणजे सर्फेस

एरिया यावर आधारित यंगचा नियम किंवा क्लार्कचा नियम या सारख्या काही सूत्रांनुसार मुलांना औषध द्यावे लागते.

यंगचा नियम = मोठ्यांचा डोस X [वय भागिले (वय अधिक बारा)]= लहान मुलांचा डोस

येथे वय म्हणजे ज्या लहान मुलाला औषध द्यायचे आहे त्याचे वय आणि ते वर्षा (years) मध्ये घेतले जाते.

क्लार्कचा नियम = मोठ्यांचा डोस X (पौंडातले मुलाचे वजन भागिले दीडशे)= लहान मुलांचा डोस

जेव्हा लहान मुलाचे वजन माहीत नसते तेव्हा यंगचा नियम वापरून त्या लहान मुलासाठी औषधाचा डोस ठरवता येतो. परंतु प्रतिजैविके आणि अपस्मारासारख्या काही आजारांच्या औषधांसाठी मुलाचे वजन माहीत असणे आवश्यक असते. अशा वेळी क्लार्कचा नियम वापरला जातो.

औषधाचा आवश्यकरित्या उपयोग होणे हे मुले औषध योग्य पद्धतीने घेतात की नाही यांसारख्या इतरही गोष्टींवर अवलंबून असते. सर्वप्रथम आईवडिलांना बाळाला औषध कसे द्यायचे ते समजले पाहिजे. योग्य डोस कसा मोजायचा, किती वेळा द्यायचा हे त्यांना स्वतःला प्रथम नीट उमजणे गरजेचे असते. औषध दिल्यानंतर अगदी लगेच उलटी झाल्यास थोडा वेळ थांबून परत औषध द्यावे पण काही वेळाने उलटून पडल्यास घाईने देण्याची गरज नाही हे समजून घेतले पाहिजे. रोजचा घरात वापरला जाणारा चमचा व टीस्पून, टेबलस्पून याच्यातील फरक समजला पाहिजे. लहान मुलांना औषध देताना



लहान मुलांना औषध देताना औषधाच्या बाटलीबरोबर येणाऱ्या चमच्याने किंवा कपाने किंवा सिरींजने मोजून औषध द्यावे.

औषधाच्या बाटलीबरोबर वरती येणारे औषधाचे मिलिलिटर दर्शवणारे झाकण हेच महत्त्वाचे ठरते. लहान मुलांचा अवखळ स्वभाव लक्षात घेता औषध पाजणे हीदेखील एक कला आहे आणि ती अनुभवाने जमू शकते.

काही आजार हे फक्त लहानपणीच होतात. उदाहरणार्थ यकृताचा ICC (Indian childhood cirrhosis) हा आजार, मूत्रपिंडाचे काही आजार जसे अ‍ॅक्युट ग्लोमेरेग्यूलर नेफ्रॉयटिस, हाडांचे काही आजार. त्यामुळे त्यांची उपाययोजना लहानांसाठीच असते. पण काही आजार लहान मुलांनाही होतात आणि मोठ्यांनाही होतात परंतु त्यांची लक्षणे आणि त्यासाठी लागणारी उपाययोजनाही ही वेगळी असू शकते.

कुणी आजारी पडू नये, आजारपणातही औषध द्यायची वेळ येऊ नये हे जरी खरे असले तरी लहान मुलांना आजारपणामध्ये औषध घ्यायचीच वेळ आली तर कशा पध्दतीने आणि का द्यावे यासाठी केलेला हा ऊहापोह !

§§§

लेखक: **डॉ. सुहास नेने**, नामांकित वैद्यकीय व्यावसायिक. वैद्यकीय लेखक व संघटक. डॉक्टरांचे साहित्यसंमेलन या कल्पनेचे उद्गाते.

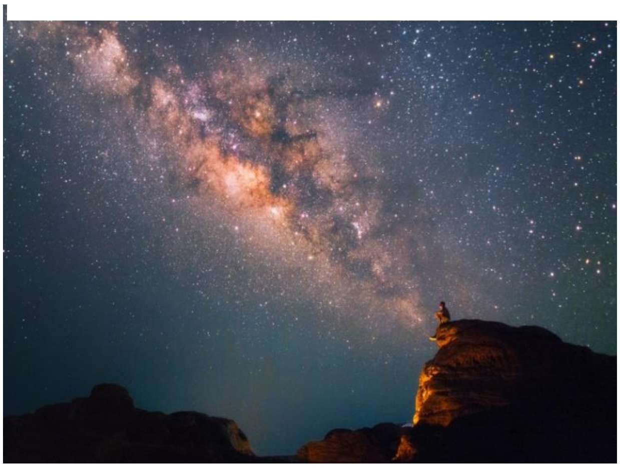
इ-मेल : doctorsuhasnene@gmail.com

(कळीचे शब्द: मुलांचे वयोगट, लहान मुलांमध्ये औषधाचे शोषण, वितरण, चयापचय आणि उत्सर्जन, त्यावर परिणाम करणारे घटक, लहान मुलांमध्ये औषधाची मात्रा ठरवण्यासाठी यंगचा नियम व क्लार्कचा नियम, मुलांना औषध देताना घ्यायची काळजी)

विश्वाचा वेध : जेम्स वेब अवकाश दुर्बिणीतून

लेखक : संजीवनी आफळे

विश्वाची उत्पत्ती कशी झाली? हे विश्व खरोखर कसे आहे? ते नेमके किती विशाल आहे? या विश्वात आपल्या पृथ्वीसारखे आणखी ग्रह आहेत का? विश्वाच्या अफाट पसाऱ्यात आणखीही सजीव आहेत का? असे अनेक प्रश्न प्राचीन ऋषींपासून ते आधुनिक शास्त्रज्ञांपर्यंत सगळ्यांना पडलेले आहेत आणि प्रत्येकजण त्याचे उत्तर शोधण्याचे प्रयत्न करतो आहे.

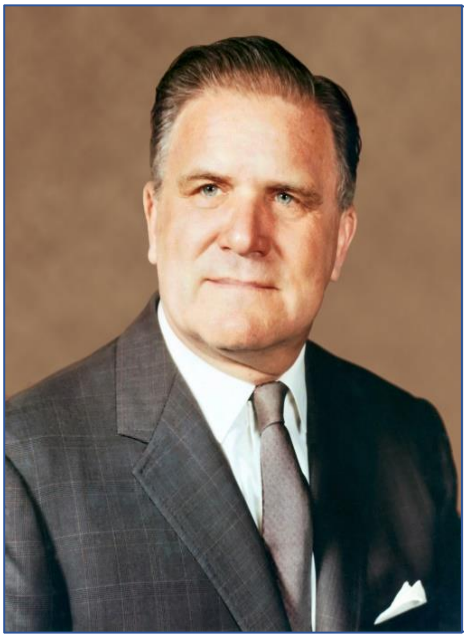


१९२० साली जॉर्ज लमैत्र या बेल्जियन धर्मगुरूने एका अणूपासून महास्फोटाद्वारे विश्वाची निर्मिती झाल्याचा सिद्धांत मांडला. परंतु विज्ञानाला लागते प्रयोग आणि निरीक्षणांची जोड. ती मिळाली एडविन हबलने केलेल्या आकाशगंगांचे सर्व दिशांना प्रसरण होत आहे या निरीक्षणाची. यानंतर १९६० मध्ये आर्नो पेन्झियास आणि रोबर्ट विल्सन यांनी शोधलेल्या कॉस्मिक मायक्रोवेव्ह रेडिएशनमुळे महास्फोटाच्या सिद्धांताला बळकटी मिळाली. पुढे अनेक शास्त्रज्ञांनी यामध्ये त्यांचे योगदान दिले आहे. अशी अवकाशीय निरीक्षणे करण्यामध्ये अवकाश दुर्बिणी महत्त्वाची भूमिका निभावत असतात.

अशाच बहुचर्चित जेम्स वेब या अवकाशदुर्बिणीने २४ डिसेंबर २०२१ रोजी, सारे पाश्चात्य जग ख्रिसमसच्या तयारीत मग्न असताना फ्रेंच गयाना येथील कुरू अवकाशतळावरून आरीयान ५ या रॉकेटमध्ये बसून पृथ्वीतलावरून उड्डाण केले. त्यानंतर अर्ध्या तासाने केनियातील मालिंदी येथील अँटेनाने जेम्स वेब पृथ्वीच्या कक्षेबाहेर यशस्वीपणे पडल्याचा संदेश पकडला. त्या बरोबर अमेरिकेतील नासा, युरोपियन स्पेस एजन्सी आणि कॅनेडियन स्पेस एजन्सीच्या शास्त्रज्ञांनी आणि तंत्रज्ञांनी सुटकेचा निश्वास सोडला. त्याला कारणच तसे जबरदस्त होते.



चित्र स्रोत :
https://webb.nasa.gov/content/about/launch.html



जेम्स एडविन वेब

अवकाशविज्ञानात महत्त्वाचे योगदान देणाऱ्या अमेरिकेतील सरकारी अधिकारी जेम्स एडविन वेब (जन्म - ७ ऑक्टोबर १९०६, मृत्यू – २७ मार्च १९९२) यांचे नाव या दुर्बिणीला दिले आहे. ते देण्यामागे त्यांचा अमेरिकेची चंद्रावर माणूस उतरवण्याची महत्त्वाकांक्षा पूर्ण करणारी चांद्रमोहीम यशस्वी करण्यात असलेला सहभाग जसा आहे, त्याचप्रमाणे नासा या संस्थेचे मुख्य प्रशासकीय पद सांभाळून तिला जगातील अग्रेसर अवकाश संशोधनसंस्था बनवण्यात असलेला त्यांचा मोलाचा वाटाही आहे.

गेली ३० वर्षे जगभरातील शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञ जेम्स वेबसाठी काम करत होते. मोहिमेची सुरुवात झाल्यापासून अनेक कारणांमुळे (यात कोविड महासाथही आली) १६

वेळा तिचे प्रक्षेपण लांबत गेले होते. खरे तर ती २००७ मध्ये अवकाशात प्रक्षेपित केली जाणार होती. परंतु वेधशाळा बांधताना झालेल्या छोट्या मोठ्या चुकांमुळे ही खर्चिक मोहीम लांबतच गेली.

१९९० सालच्या एप्रिल महिन्यामध्ये नासाने हबल ही अवकाशदुर्बीण अवकाशात यशस्वीरीत्या प्रस्थापित केली होती. तिचे काम होते अथांग विश्वातील लांबवरच्या आकाशगंगा, सुपरनोव्हा, नेब्यूला आणि आपल्या आकाशगंगेच्या पलीकडे अस्तित्वात असलेल्या ग्रहांचा शोध घेणे.

दुर्दैवाने अवकाशात प्रक्षेपित केल्यानंतर तिने पाठवलेली छायाचित्रे अस्पष्ट आहेत असे काही आठवड्यांतच दिसून आले. पूर्ण अभ्यासानंतर हबलच्या मुख्य आरशात तो तयार करतानाच काही मूलभूत दोष राहून गेला आहे हे लक्षात आले. परंतु सुदैवाने हबल ही अशी पहिली अवकाश दुर्बीण होती जिला अंतराळवीर भेट देऊन तिची दुरुस्ती करू शकणार होते, तिचे नादुरुस्त भाग बदलू शकणार होते. त्यामुळे १९९३ मध्ये नासाने हबलच्या दुरुस्तीसाठी अंतराळवीरांना तेथे पाठवले. आतापर्यंत पाच वेळा अवकाशात जाऊन हबलची दुरुस्ती करण्यात आलेली आहे. तिचे आयुर्मान वाढावे म्हणून तिच्यामध्ये बॅटरी, गायरोस्कोप, संगणक असे अनेक नवीन भाग वेळोवेळी बसवण्यात आले आहेत.

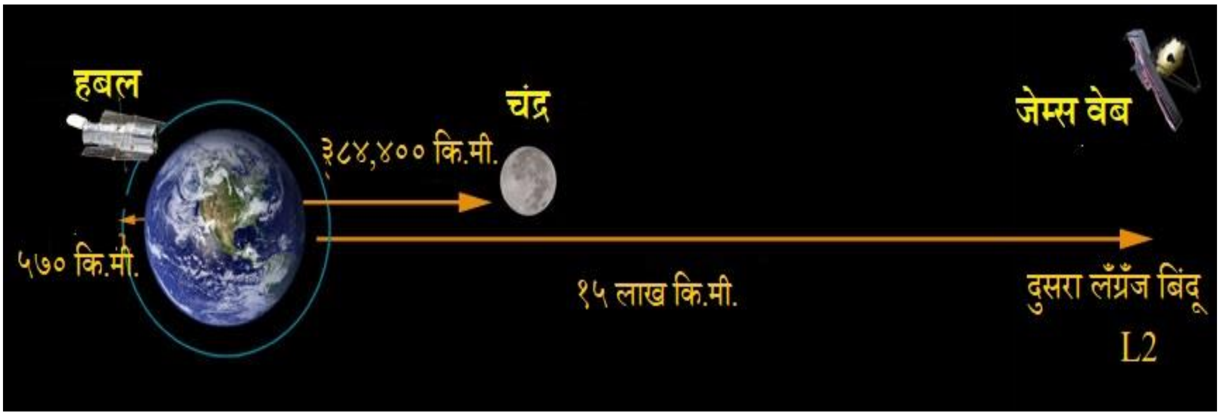


हबल अवकाश दुर्बीण (चित्र स्रोत : https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2012/12/Hubble

१ जानेवारी २०२२ या दिवशी हबल दुर्बिणीला आकाशात जाऊन ३१ वर्षे पूर्ण झाली. या काळात तिने १५ लाखापेक्षा जास्त निरीक्षणे नोंदवली, अनेक महत्त्वाचे शोध लावले आणि अनेक छायाचित्रे पाठवली. हबलने केलेल्या निरीक्षणांमुळे विश्वाचे वय (१३.८ अब्ज वर्षे) निश्चित करता आले, विश्वाची प्रसरण पावण्याची गती किती आहे ते समजले, प्लूटोला पाचवा चंद्र आहे हे लक्षात आले आणि अनेक मोठ्या आकाशगंगांच्या मध्यभागी कृष्णविवरे आहेत असेही समजले.

मग इतकी महत्त्वाची दुर्बीण अवकाशात असताना आणखी एका दुर्बिणीची काय गरज होती? तर यासाठी या दोन दुर्बिणींच्या रचना आणि कार्यक्षमतेमधला फरक बघायला हवा.

सर्व प्रथम या दोन दुर्बिणी अवकाशात कोठे प्रस्थापित झालेल्या आहेत त्यावर त्यांची विश्वाचा वेध घेण्याची, छायाचित्रे घेण्याची कार्यक्षमता अवलंबून आहे. हबल दुर्बीण पृथ्वीपासून ५७० कि.मी.पेक्षा वर उंचीवर पृथ्वीभोवती घिरट्या घालते आहे तर जेम्स वेब दुर्बीण पृथ्वीपासून १५ लाख किलोमीटर इतक्या लांब अंतरावर दुसऱ्या लॅंग्रॅंज



चित्र स्रोत : https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html

बिंदूवर(याला L2 असे म्हटले जाते) प्रस्थापित होणार आहे. जशी पृथ्वी सूर्याभोवती फिरेल तशी जेम्स वेबसुद्धा सूर्याभोवती फिरेल, परंतु तिचे पृथ्वीसापेक्ष स्थान बदलणार नाही.

या व्यतिरिक्त वेब दुर्बिणीच्या मुख्य आरशाचा व्यास साधारण ६.५ मीटर एवढा आहे आणि त्यामध्ये सोन्याचा मुलामा दिलेले १८ षटकोनी विभाग आहेत तर हबलच्या आरशाचा व्यास २.४ मीटर आहे. त्यांच्या आरशांच्या आकारांमध्ये असलेल्या फरकामुळे जेम्स वेबचा दृष्टीपट हबलपेक्षा १५ पट जास्त असणार आहे.

जेम्स वेब दुर्बिणीचे आणखी एक वैशिष्ट्य म्हणजे तिच्यावर असलेली पाच पदरी छत्री (sunshield). ही छत्री एखाद्या टेनिस कोर्टच्या आकाराची आहे. जेम्स वेब मुख्यत: अवरक्त या उष्ण किरणांचा वेध घेणार असल्यामुळे तिच्यावरील आरसे आणि उपकरणे अतिशय थंड राखावी लागणार आहेत. त्यामुळे सूर्यापासून येणारी उष्णता परावर्तीत करण्यासाठी हे छत्रीरूपी संरक्षक सूर्यकवच तिला दिलेले आहे.



डावीकडे जेम्स वेबचा वैशिष्ट्यपूर्ण मुख्य आरसा

(चित्र स्रोत:https://webb.nasa.gov/content/observatory/ote/mirrors/index.html)

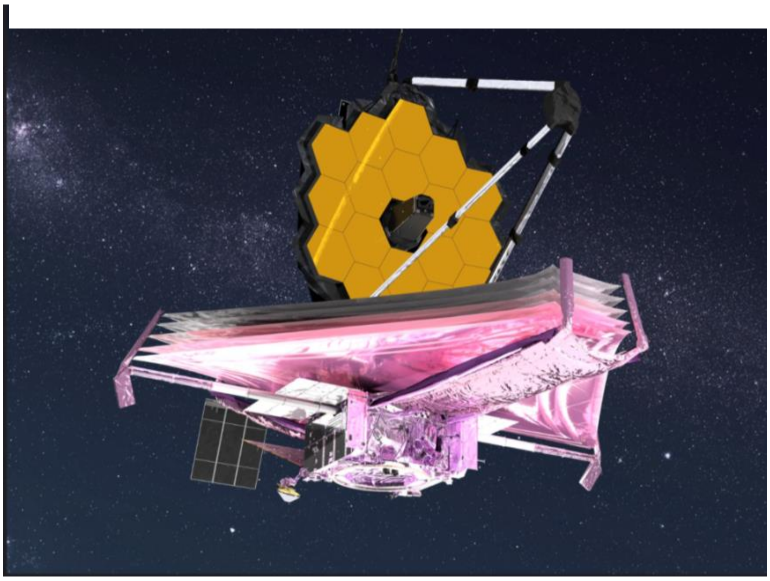
आणि उजवीकडे पाच पदरी छत्री

(चित्र स्रोत : https://webb.nasa.gov/content/observatory/sunshield.html)

इतक्या मोठ्या आकाराचा आरसा आणि टेनिस कोर्ट एवढी छत्री असलेली ही दुर्बीण आरीयान रॉकेटवर बसवणे शक्य नव्हते. त्यामुळे हे सर्व भाग रॉकेटमध्ये घडी करून

बसवण्यात आले. अवकाशात सोडल्यानंतर तिचे हे घडी केलेले एक एक भाग टप्प्याटप्प्याने उलगडून जागच्या जागी बसणे हा जेम्स वेबच्या प्रक्षेपणातला मोठा टप्पा होता.

आयोजन केल्याप्रमाणे प्रक्षेपण केल्यानंतर दोन आठवड्यांनी ८ जानेवारी २०२२ रोजी तिच्या आरशाचा शेवटचा पंखासारखा भाग यशस्वीपणे उलगडला आणि शास्त्रज्ञांनी एकच जल्लोष केला.



प्रक्षेपण केल्यानंतर दोन आठवड्यांनी अवकाशात पूर्ण उघडलेले आरसे आणि छत्रीसह जेम्स वेब दुर्बिणीचे चित्र

(चित्र स्रोत : https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-webb-telescope-reaches-major-milestone-as-mirror-unfolds

नासाचे शास्त्रज्ञ थॉमस झुरबुशेन म्हणाले, *“आता आपण जेम्स वेब दुर्बीण अवकाशात यशस्वीरीत्या तैनात केली आहे.”*

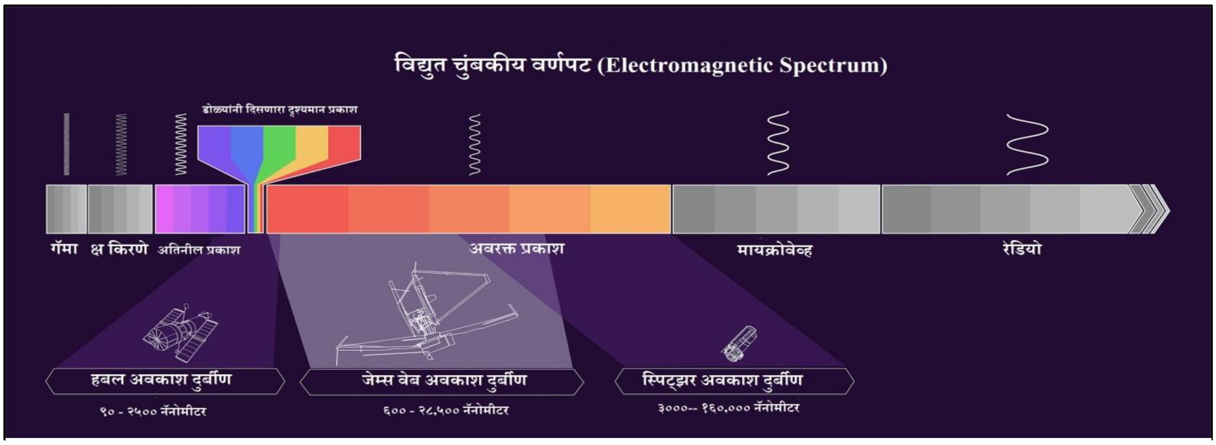
या शिवाय हबलमध्ये मुख्यत: अवकाशातील वस्तूंकडून येणाऱ्या प्रकाशाच्या वर्णपटातील (electromagnetic spectrum of light) अतिनील आणि दृश्यमान किरणांचा वेध घेण्याची क्षमता आहे तर जेम्स वेबमध्ये मुख्यत: अवरक्त (infrared) प्रकाशकिरणांचा आणि काही प्रमाणात दृश्यमान (visible) प्रकाशकिरणांचा वेध घेण्याची कार्यक्षमता आहे. यामुळे जेम्स वेब दुर्बीण महास्फोटानंतर निर्माण झालेल्या अगदी नवजात आकाशगंगांचा वेध घेऊ शकणार आहे.

अवकाश दुर्बीण

पृथ्वी आणि इतर ग्रहगोल, सूर्य, आपली आकाशगंगा आणि अवकाशातील इतर ग्रहतारे यांच्यामधील अफाट अंतरांमुळे खगोलशास्त्रज्ञांना इतर शास्त्रज्ञांप्रमाणे अवकाशातील वस्तू प्रत्यक्ष डोळ्यांनी पाहायला मिळण्याची किंवा हातांनी हाताळायला मिळण्याची शक्यता नाहीच. अशा वेळी या ग्रहताऱ्यांकडून येणारा प्रकाश त्यांच्याबद्दल माहिती मिळवण्याचा महत्त्वाचा स्रोत ठरतो.

प्रकाश म्हणजे एक प्रकारचे विद्युतचुंबकीय (electromagnetic radiation) उत्सर्जन असतो आणि त्याच्या वर्णपटाचे आपल्या डोळ्यांना दिसणारा 'दृश्यमान प्रकाश' (visible light), 'अतिनील प्रकाश'(ultraviolet), 'अवरक्त प्रकाश'(infrared), 'गॅमा किरणे', 'क्ष किरणे' आणि 'रेडियो वेव्हज' असे निरनिराळे भाग आहेत. अवकाशातील वस्तू आणि ग्रहतारे यांच्याकडून येणारा प्रकाश ते किती अंतरावर आहेत आणि कोणत्या प्रकारचे आहेत याप्रमाणे बदलतो. यापैकी कोणत्या प्रकारची प्रकाशकिरणे दुर्बीण पकडू शकते यानुसार ती किती लांबवरच्या वस्तूंची छायाचित्रे घेईल, त्यांचे निरीक्षणे करेल हे ठरते.

हौशी खगोल निरीक्षक दृश्य प्रकाश पकडू शकणाऱ्या दुर्बिणीतून चंद्राचा पृष्ठभाग, शनीची कडी अशा गोष्टी पाहू शकतो तर पृथ्वीवर उंच डोंगरांवर आणि प्रकाश प्रदूषण नाही अशा ठिकाणी उभारलेल्या दुर्बिणी पृथ्वीच्या वातावरणाच्या थरांतून त्यांच्यापर्यंत पोचतील अशीच विद्युतचुंबकीय किरणे पकडू शकतात. या कारणांमुळेच अवकाशात प्रस्थापित होऊ शकणाऱ्या हबल आणि जेम्स वेब सारख्या अवकाश दुर्बिणी तयार केल्या जातात आणि अवकाशात प्रक्षेपित केल्या जातात.



प्रकाशाचा विद्युतचुंबकीय वर्णपट दर्शविणाऱ्या या चित्रात हबल, जेम्स वेब आणि स्पिट्झर या अवकाश दुर्बिणी कोणता प्रकाश पकडू शकतात ते दाखवले आहे.

(चित्र स्रोत : https://webbtelescope.org/webb-science/the-observatory/infrared-astronomy**)**

हबलनंतर नासाने २००३ साली स्पिट्झर ही अवकाश दुर्बीण प्रक्षेपित केली होती. परंतु तिच्यातील तापमान थंड ठेवणारी यंत्रणा संपुष्टात आल्यामुळे जानेवारी २०२० मध्ये ही मोहीम बंद केल्याचे नासाने अधिकृतरीत्या जाहीर केले.

नासाच्या शास्त्रज्ञांच्या मते जेम्स वेब दुर्बीण ही हबलची जागा घेणारी बदली भिडू नाही, तर तिची उत्तराधिकारी आहे. ती हबलच्या एक पाऊल पुढे आहे. युरोपियन स्पेस एजन्सीचे ज्येष्ठ सल्लागार मार्क मॅकॉग्रीन म्हणतात, *"जेम्स वेब ही फक्त अवकाश दुर्बीण आहे असे समजू नका. ती कालप्रवास करता करता अवकाशाचा अभ्यासही करते आहे. तिच्या डोळ्यांतून आपल्याला १३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी झालेल्या महास्फोटावेळचे विश्व बघायला मिळणार आहे."*

अशी ही उच्च कार्यक्षमता असणारी जेम्स वेब अवकाशदुर्बीण विश्वातला पहिला प्रकाश आणि महास्फोटानंतर तयार झालेल्या आकाशातील वस्तूंचा अभ्यास करणार आहे. तसेच आकाशगंगा कशा तयार होतात आणि कशा विकसित होतात याचा अभ्यास करणे, आपल्या आकाशगंगेच्या बाहेरील ग्रहांवरील हवामान कसे आहे ते अभ्यासणे, आपल्या सूर्यमालिकेतील ग्रहांची छायाचित्रे टिपणे आणि डार्क मॅटरचे अस्तित्व शोधणे अशी महत्त्वाची कामे करणार आहे. या दुर्बिणीला दुसऱ्या लॅग्रँज बिंदूपर्यंत पोचण्यासाठी

अवकाशात सोडल्यापासून जवळजवळ ४ आठवड्यांचा कालावधी लागणार आहे. त्यानंतर आणखी पाच महिन्यांनी ती तिची निरीक्षणे पृथ्वीवर पाठवण्यासाठी सज्ज होईल.

हे विश्व अथांग आहे आणि अजूनही आपण त्याच्या अनेक बाबींविषयी अनभिज्ञ आहोत. माणसाची विजीगिषु वृत्ती, जे जे अगम्य आहे त्याची उकल करण्याची जिज्ञासावृत्ती आणि अनेक संकटांना पुरून त्यातून फिनिक्सप्रमाणे राखेतून वर येण्याची दुर्दम्य इच्छा यामुळेच जेम्स वेब अवकाशदुर्बिणी सारखे अवघड प्रकल्प तीस वर्षांनंतरसुद्धा तडीला जातात. या प्रकल्पामध्ये असलेला युरोपीय देशसमूह आणि कॅनडा यांचा अमेरिकेशी सहयोग जगातील देशांदेशांमध्ये असलेल्या अवकाशयुद्धाची जाणीव करून देतो. कारण चीन आणि रशिया सुद्धा त्यांच्या अवकाश दुर्बिणींचे प्रकल्प राबवतच आहेत. आशा करूया की या सगळ्यातून आपल्याला लवकरच अथांग विश्वाचा थांग लागेल आणि अनेक कोड्यांची उत्तरे मिळतील.

- वाचा डॉ ,प्रियदर्शिनी कर्वे लिखित शून्यातून विश्वनिर्मिती :https://www.sandarbhsociety.org/wp-content/uploads/2019/09/E-Shaikshanik_Sandarbh_Issue_119_Aug_Sept_2019.pdf
- पहा विडीयो : जेम्स वेब दुर्बीण अवकाशात उलगडताना -https://www.space.com/james-webb-space-telescope-steps-after-deployment

§§§

लेखक: **संजीवनी आफळे,** शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इमेल : saaphale@rediffmail.com

(कळीचे शब्द: जेम्स वेब अवकाश दुर्बीण, हबल दुर्बीण, विश्वाची उत्पत्ती, आकाशगंगा)

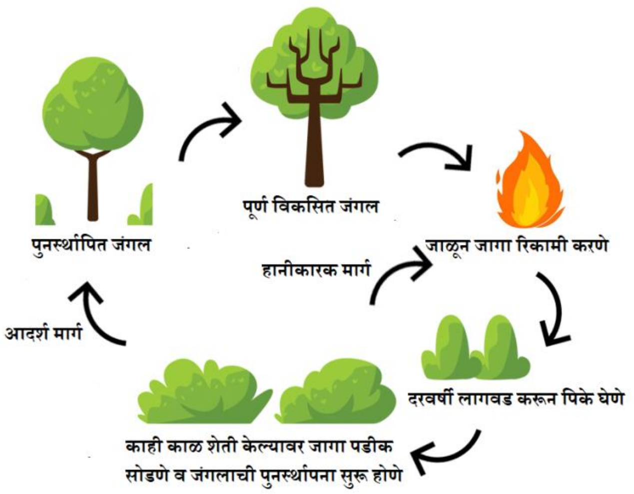
महा इतिहास - भाग १५

शेतीतून शहरांकडे

लेखक: प्रियदर्शिनी कर्वे

साधारण ११००० वर्षांपूर्वी जगाच्या काही भागांमध्ये माणसांनी भटके जीवन त्यागून शेती व पशुपालनावर आधारित जीवनशैली अंगीकारली. यानंतर पुढच्या साधारण ५००० वर्षांमध्ये ही शेतीची क्रांती जगभर पसरली. या प्रक्रियेचे काही सामाजिक परिणामही झाले आणि त्यातूनच शहरी संस्कृतींचा उगम झाला. या संक्रमणातील काही मुख्य टप्प्यांचा उहापोह करूया या व पुढील लेखामध्ये.

शेतीच्या क्रांतीची सुरूवात झाल्यापासून पहिल्या ५००० वर्षांच्या कालावधीत जगाच्या वेगवेगळ्या भागात साधारण तीन प्रकारच्या शेती पध्दती वापरल्या जात होत्या.



जंगलात फिरती शेती

एक म्हणजे एखादी जमीन मशागत करून तयार करून तिथेच वर्षानुवर्षे लागवड करून उत्पन्न काढणे. अजूनही ही पध्दत जगभरात प्रचलित आहे. दुसरे म्हणजे जंगलातील झाडेझुडपे जाळून जागा रिकामी करून काही काळ तिथे लागवड करून उत्पन्न काढणे व मग दुसरी जागा मोकळी करून पहिली

पुन्हा जंगलाच्या हवाली करून टाकणे. ईशान्य भारतात आणि जगाच्या इतरही काही भागांत अजूनही या पध्दतीने शेती केली जाते. ईशान्य भारतात विविध कारणांनी आता जंगलांचा विस्तार आकुंचित झालेला आहे. त्यामुळे जिथे पंधरा वर्षांनी शेती पुन्हा मूळच्या जागी परत येत असे तिथे हे चक्र आता पंचवार्षिक झाले आहे. परिणामतः परत मशागतीची वेळ येईपर्यंत जंगलाचे पूर्णतः पुनरुज्जीवन होत नाही आणि एकंदरीतच जंगलांच्या ऱ्हासाला हातभार लागतो. शेतीचा तिसरा प्रकार म्हणजे पाण्यात लाकडी मचाणावर मातीच्या थरांचा गादीवाफा तयार करून त्यावर शेती करणे. ही पध्दत अमेरिका खंडातील आद्य शेतकऱ्यांनी तळ्यांमध्ये तसेच दलदलीच्या भागात शेती करण्यासाठी विकसित केली होती. अशी शेती अजूनही काही ठिकाणी केली जाते. याला चायनेम्पा शेती असे म्हणतात.



आधुनिक चायनेम्पा शेती
(स्रोत – विकीपिडिया)

यापैकी कोणत्याच पध्दतीत फारसे गुंतागुंतीचे तंत्रज्ञान वापरले जात नव्हते. पावसाच्या लहरीपणावर ही शेती अवलंबून होती. जमिनीची मशागत करण्यासाठी किंवा पेरणी व काढणी करण्यासाठी वापरली जाणारी आयुधे ही दगड, लाकूड, प्राण्यांची हाडे, इ.चा वापर करून बनवलेली अगदी साधीशी होती. या शेतीचे उत्पन्नही खूप कमी होते पण तरीही एकंदर भटक्या जीवनापेक्षा जास्त अन्न पुरवठा या अगदी प्राथमिक स्वरूपाच्या शेतीतूनही होत असावा. कारण काही मोजक्या जागी प्रस्थापित झालेली ही जीवनशैली हळूहळू इतरत्र पसरू लागली. शेती करणाऱ्यांनी हळूहळू अधिक चांगली आयुधे,

प्राण्यांच्या शक्तीचा वापर, पिकाला गरजेनुसार पाणी देण्याच्या यंत्रणा, इ. कल्पक आविष्कार करत शेतीची उत्पादकताही वाढवत नेली.

शेतीची सुरूवात जगात वेगवेगळया ठिकाणी वेगवेगळया वेळी झाली असल्याने शेतीचा आधुनिकतेकडे प्रवासही प्रत्येक ठिकाणी वेगवेगळया मार्गांनी झाला आहे. जगाच्या विविध भागांत शेतीचे लोण नेमके पोहचले कसे याबद्दलही संशोधकांमध्ये एकमत नाही. कदाचित वेगवेगळया भूभागात वेगवेगळया पध्दतींनी हे संक्रमण झाले असावे. याबाबत अंदाज बांधण्यासाठी मुख्यतः पुरातत्वीय आणि भाषाविज्ञानाचे पुरावे वापरले गेले आहेत. अलिकडे जनुकीय अभ्यासाचाही वापर होतो आहे.

शेती व पशुपालन करायला लागून स्थिरावल्यावर माणसांचे जीवन अधिक सुरक्षित झाले व लोकसंख्या वाढू लागली. उपलब्ध जमिनीतून मिळणारे उत्पन्न आणि खाणारी तोंडे यांचे गुणोत्तर व्यस्त झाले की काही लोकांना नजिकच्या भागात स्थलांतर करणे भाग पडते.

आफ्रिका व आशिया खंड हे अक्षांशावर पसरलेले असल्याने एकाच हवामान व नैसर्गिक परिसंस्थेचा भाग असलेल्या नजिकच्या प्रदेशांत शेतीचा प्रसार अनुकरणाने आणि स्थलांतराने सहजपणे झाला असावा.

ऑस्ट्रेलिया खंड दक्षिणेत एकाकी होता. हिमयुगात जरी चालत माणसे तिथे पोहचून वसली असली तरी हिमयुग संपून समुद्राची पातळी वाढल्यावर ही वस्ती इतर जगापासून तुटलेली होती. पुढे नावांमधून सागरी प्रवासाचे तंत्र विकसित झाल्यावरही आजूबाजूची बेटे व दक्षिण अशियाच्या शेवटच्या टोकाकडील प्रदेश यांपलिकडे त्यांचा संपर्क प्रस्थापित झाला नाही. युरोपीय दर्यावर्दी सागरी मार्गांनी ऑस्ट्रेलियात पोहचेपर्यंत बऱ्याच अंशी हा

खंड इतर जगापासून विलग राहिला. तिथली परिस्थितीही शेती व पशुपालनासाठी फार अनुकूल नव्हती त्यामुळे युरोपीय वसाहतवादी येईपर्यंत तिथला आदिवासी मानवी समाज बव्हंशी भटके जीवनच जगत राहिला.

जनुकीय पुराव्यांनुसार अमेरिका खंडातील आदिवासी हे आशिया खंडातून स्थलांतरित झालेले असावेत असे दिसते. उत्तर व दक्षिण अमेरिकेत शेतीची सुरूवात स्वतंत्रपणे झाली पण हा खंड रेखांशावर पसरलेला असल्याने शेजारच्या भागातील हवामान व निसर्गसृष्टी बदलत जाते. त्यामुळे ही नवी जीवनशैली फार झपाट्याने पसरली वा विकसित झाली नाही. युरोपीय दर्यावर्दी तिथे पोहचेपर्यंत तिथली शेतीही बव्हंशी प्राथमिक स्वरूपाचीच राहिली.

युरोपात शेतीचे संक्रमण झाले ते मुख्यतः मध्यपूर्वेतून येणाऱ्या स्थलांतरितांद्वारे झाले असावे असे दिसते. मध्यपूर्वेतून येणारे शेतकरी स्थलांतरित आणि स्थानिक भटके शिकारी लोक या दोघांच्याही जनुकीय खुणा आजच्या आधुनिक युरोपियनांमध्ये आढळतात. शेतीची आधुनिकतेकडे व वाढीव उत्पादकतेकडे वाटचालही मुख्यतः आशिया व युरोप या भूभागांमध्येच झालेली दिसते. शिकारी संस्कृतीकडून शेतीच्या संस्कृतीकडे जातानाच्या काळातील जगाच्या विविध भागातील स्थलांतरांचा व त्यातून झालेल्या परिणामांचा अभ्यास हा आजच्या काळातील स्थलांतरामागील आव्हाने व त्यातून निर्माण होत असलेले ताणतणाव व सांस्कृतिक संक्रमणे समजून घेण्यासाठीही उपयुक्त ठरू शकतो.

माणसांनी शेती व पशुपालन करायला सुरूवात केल्याचे परिणाम त्यांच्या परिसरातील निसर्गावरही झाले आहेत. नैसर्गिक परिसंस्था या अनेक परस्परावलंबी जीवांच्या सहजीवनातून उभ्या रहातात. पण माणसांनी या परिसंस्था मोडीत काढून केवळ

माणसांच्या अस्तित्वासाठी व भरभराटीसाठी अनुकूल अशा कृत्रिम परिसंस्था निर्माण केल्या. कित्येक एकर जंगले शेतीसाठी व कुरणांसाठी साफ केली गेली. एकाच जागी वस्ती केल्यामुळे जसजशी लोकसंख्या वाढत गेली तसतसा परिसरावरील ताणही वाढत गेला. सुरूवातीच्या शेतकरी व पशुपालकांनी कमी प्रतीच्या मातीत अतिशेती किंवा अतिचराई केल्यामुळे जमिनी ओसाड झाल्या. मर्यादित पाण्याच्या साठ्यातून पाण्याचा अतिवापर केल्याने पाणी खारावून पाणवठे निरुपयोगी झाले. वनस्पती व प्राणी माणसाळवण्याच्या प्रयत्नांमध्ये तयार झालेल्या नव्या प्रजाती या नैसर्गिक प्रजातींपेक्षा नाजूक होत्या, विविध प्रकारच्या रोगराईला सहजी बळी पडणाऱ्या होत्या. शिवाय अधूनमधून नैसर्गिक आपत्तीही येतच होत्या. त्यामुळे नैसर्गिक परिसंस्थांचा बळी दिल्यानंतरही पूर्णतः खात्रीशीर अन्नसुरक्षा प्राप्त झालीच नाही.

पारंपरिक स्वरूपाची शेती निसर्गपूरक असते असा एक सार्वत्रिक गोड गैरसमज आहे. पण प्रत्यक्षात या आद्य शेतकरी व पशुपालकांनी अजाणतेपणी अनेक ठिकाणी निसर्गाचे पूर्ण स्वरूपच पालटून टाकले आहे व अनेक वनस्पती व प्राणी प्रजाती नष्ट केल्या आहेत, ही वस्तुस्थिती आहे.

जागोजागी भटक्या टोळ्या स्थिरावून कायमस्वरूपी वस्त्या किंवा खेडी निर्माण झाली. पण यातील काही वस्त्या आणखी विस्तारून त्यांची नगरे आणि शहरे झाली. काही ठिकाणीच हे का घडले असावे? या प्रश्नाला अनेक पैलू आहेत. शेती प्राथमिक अवस्थेत असतानाच्या काळात काही खेड्यांना स्थानिक पातळीवर काही धार्मिक महत्त्व प्राप्त झाल्याने त्यांचा विस्तार झाला असावा असे दिसते. काही खेड्यांजवळ मुबलक पाणी उपलब्ध होते व शेती व पशुपालनाच्या दृष्टीने इतर अनुकूलता असल्याने तिथली वस्ती

वाढत गेली असावी. काही खेडी ही स्थानिक व्यापाराची मुख्य केंद्रे बनल्याने विस्तारली असावीत.

या दृष्टीने जगातील एक प्राचीन वसाहत समजल्या जाणाऱ्या जेरिको या पॅलेस्टाइनमधील शहराचा इतिहास पहाणे उपयुक्त ठरेल.



जेरिको शहराच्या उत्खननात सापडलेल्या लाल भाजक्या मातीचा जार. काळ ख्रिस्तपूर्व ३५०० ते २०००. (स्रोत – विकीपिडिया)

सध्याचे जेरिको शहर हे जॉर्डन नदीच्या खोऱ्यात मृत समुद्राच्या साधारण १६ किमी उत्तरेला वसलेले आहे. बायबलमध्ये या परिसरातील शहराचे उल्लेख असल्याने इथे पुरातत्वीय अभ्यास केले गेले. पण त्यातून काही आश्चर्यकारक बाबी पुढे आल्या.

ख्रिस्तपूर्व १२००० वर्षे इतक्या जुन्या काळी या ठिकाणी काही भटक्या टोळ्यांची तात्पुरती वसाहत असावी असे उत्खननातून आढळून आले आहे. त्यानंतर शेतीच्या अगदी सुरूवातीच्या काळातील (ख्रिस्तपूर्व ९६०० वर्षे) खेड्याचे अवशेषही आढळून आले आहेत आणि तिथून पुढे आजतागायत या ठिकाणी माणसे वसलेली आहेत. त्यामुळे एकाच ठिकाणी माणसांची वस्ती असल्याचे खात्रीशीर पुरावे असलेले हे सर्वात जुने ठिकाण मानले जाते.

या वाळवंटी प्रदेशात इतका प्रदीर्घ काळ माणसे वसली आणि तात्पुरत्या वसाहतीपासून एका विस्तारलेल्या शहरापर्यंत जेरिकोचा विकास होऊ शकला याचे सर्वात महत्वाचे कारण म्हणजे पाण्याची उपलब्धता.

आजूबाजूने वाळवंटाने वेढलेल्या या शहराखाली भूजलाचा साठा आहे. ऐन-ए-सुलतान या झऱ्याद्वारे हे पाणी शहराला उपलब्ध होते आणि गेल्या १४००० वर्षांत हा झरा एकदाही आटलेला नाही. दर मिनिटाला ४००० लीटर पाणी या झऱ्यावाटे उपलब्ध होते. या परिसरातील जमीनही सुपीक आहे. पाण्याची मुबलक उपलब्धता, भरपूर सूर्यप्रकाश आणि सुपीक जमीन यांमुळे हा परिसर शेतीसाठी व पर्यायाने मानवी वसाहतीसाठी आदर्श ठरला आहे.



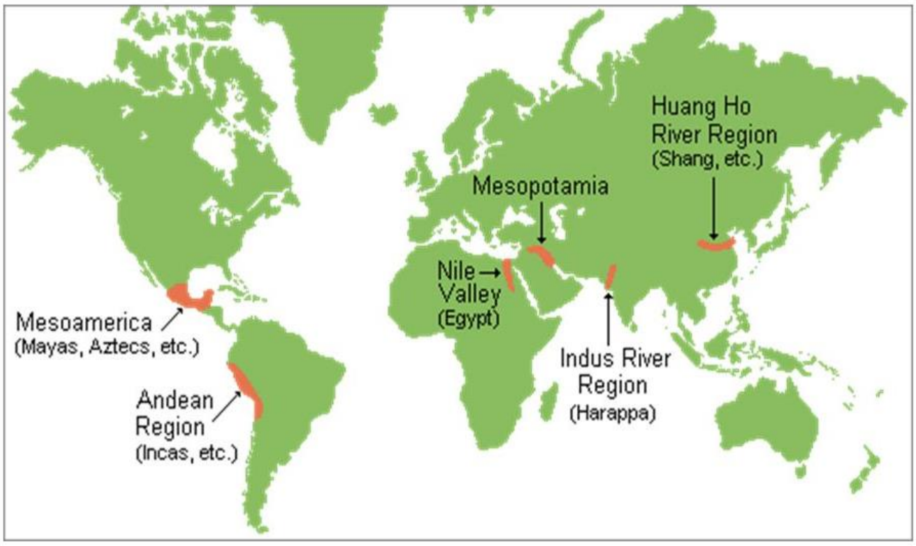
जेरिको शहरात सापडलेले साधारण ९००० वर्षांपूर्वीचे शिल्प. माणसाच्या चेहऱ्याचे हे आत्तापर्यंत सापडलेले सर्वात प्राचीन शिल्प मानले जाते. (स्रोत – विकिपिडिया)

आजच्या घडीला पॅलेस्टाइन या देशाला मोठ्या राजकीय संघर्षाने घेरलेले आहे. दुसऱ्या महायुध्दानंतर बायबलमध्ये नोंदलेल्या इतिहासाच्या हवाल्याने स्थानिकांचा विरोध न जुमानता पॅलेस्टाइनचा काही भूभाग तोडून तिथे इस्रायल हे राष्ट्र उभे केले गेले. गेली कित्येक दशके हळूहळू अधिकाधिक भूभागावर वस्त्या उभ्या करत इस्रायल आपल्या सीमा विस्तारत चालला आहे व पॅलेस्टाइन याला विरोध करत आहे. पॅलेस्टाइन विरुध्द इस्रायल या लढाईतील ज्यू विरुध्द मुसलमान हा धार्मिक संघर्षाचा पैलूच आपल्याला अधिक परिचित असतो, पण या वाळवंटी प्रदेशातील पाण्याच्या स्रोतांवर नियंत्रण मिळवण्यासाठीची धडपड हाही या संघर्षाचा एक पैलू आहे.

यात आणखीही एक गोष्ट विचार करण्यासारखी. इतिहासाचा आधार घेऊन एखाद्या भूभागावर हक्क कोणाचा हे ठरवायचे असेल तर हा इतिहास किती मागेपर्यंत न्यायचा हे कोण ठरवणार? कोणत्याही धर्मांची स्थापना होण्यापूर्वीपासूनचा इथल्या मानवी

अस्तित्वाचा इतिहास पाहिला तर इथे रहाण्याचा व जगण्याचा हक्क कोणाचा हे कसे ठरवायचे? असो.

जेरिको हे स्थानिक पातळीवर एक महत्वाचे शहर बनले ते शेतीच्या क्रांतीच्या सुरूवातीच्या काळात. याच काळात आशिया व मध्यपूर्वेत तसेच अमेरिका खंडात काही शेतीप्रधान नागरी संस्कृती निर्माण झाल्या. उदा. सिंधू संस्कृती (ख्रिस्तपूर्व २६०० ते १९००).



शेतीच्या क्रांतीच्या प्राथमिक काळात जगभरात वेगवेगळ्या ठिकाणी उभ्या राहिलेल्या शेतीप्रधान संस्कृती

उत्खननांमधून या सर्व समकालीन संस्कृतींच्या शहरांमधील स्थापत्य, शिल्पे, मुद्रा, शिलालेख इ.चा सविस्तर अभ्यास केला गेला आहे. या अभ्यासांमधून या शेतीप्रधान नागरी संस्कृतींचे काही पैलू समोर येतात. दाट लोकवस्ती, प्रगत स्थापत्यशास्त्र आणि कोणत्या ना कोणत्या स्वरूपातील धार्मिकता यांच्या खुणा या शहरांच्या भग्नावशेषांमध्ये सापडतात. पण या काळातील समाजही भटक्या शिकारी समाजांप्रमाणेच बऱ्याच अंशी समताधिष्ठित असावा असे दिसते. उदा. सर्व घरे सारखीच असल्याचे आढळून आले आहे,

काही घरे लहान तर काही भव्य महाल अशा रचना सहसा सापडत नाहीत. तसेच महिला व पुरुषांच्या अंत्यसंस्काराच्या - कलेवरे पुरण्याच्या - पध्दती यांमध्येही काही फरक दिसत नाही.

मात्र शेतीत नवनवे तंत्रज्ञान जसजसे येत गेले, शेतीची उत्पादकता जसजशी वाढत गेली तसतशी या समाजांमध्ये सामाजिक उतरंड तयार होऊ लागली असावी. प्रगत शेतीच्या कालखंडातील मानवी वसाहतींच्या उत्खननांमध्ये याच्या खाणाखुणा ठळकपणे दिसून येतात.

सुरूवातीला सर्व समूहाच्या संमतीने नेतृत्वाची धुरा सांभाळणारे पुढारी ते मनगटाच्या जोरावर नेतृत्वाचा अधिकार हिसकावून घेणारे व वंशपरंपरेने चालवणारे उमराव अशी काहीशी वाटचाल झाली असावी. या घुसळणीतूनच समाजात गरीब व श्रीमंत, राजेरजवाडे व सामान्य, असे फरक होऊ लागले असावेत.

विशेषतः स्त्रियांचे समाजातील स्थान या संक्रमणामुळे बदलले असे काही संशोधकांचे मत आहे. भटक्या जीवनशैलीत शिकार करणे आणि अन्नपदार्थ गोळा करून आणणे या दोन्ही गोष्टी सारख्याच महत्त्वाच्या होत्या आणि महिला व पुरूष दोघेही दोन्ही कृतींमध्ये सहभागी होत असत. प्रजनन व बालसंगोपनाची जैविक जबाबदारी महिलांवर असल्याने वस्तीच्या आजूबाजूच्या परिसरातून खाण्यायोग्य गोष्टी गोळा करून आणण्यात त्यांचा सहभाग जास्त असावा, पण त्यामुळे त्यांचे सामाजिक स्थान कमी लेखले जात नव्हते. गावे वसवून एका जागी रहायला लागल्यावर मात्र महिला घराशी अधिक बांधल्या गेल्या व सार्वजनिक जीवनात पुरुषांचे महत्त्व वाढले. गावांमधील समाजव्यवस्था जसजसी वेगवेगळ्या पायऱ्यांमध्ये विभागू लागली तसा महिला व पुरूषांमधील भेदही वाढत गेला.

घरकाम, विहिरीतून किंवा नदीवरून पाणी आणणे, सरपण गोळा करणे, इ. कामे खास महिलांची आणि हलक्या दर्जाचीही मानली जाऊ लागली. त्याचबरोबर काही संशोधक याकडेही लक्ष वेधतात की कदाचित जमिनीत बीज रुजवून शेती करण्याच्या पध्दतींचा शोध महिलांनी लावला असावा. शेतांमध्ये मुख्यतः स्त्रिया राबत असाव्यात असे पुरातत्वीय पुराव्यांवरून दिसते. शेती करणे हे भटक्या जीवनशैलीपेक्षा अधिक खडतर होते. यामुळे माणसांच्या आहारातील वैविध्य कमी झाले व आरोग्याच्या नव्या समस्याही निर्माण झाल्या. या साऱ्यांचा फटका पुरुषांपेक्षा जास्त स्त्रियांना बसला असावा. कारणे निश्चित सांगणे कठीण आहे, पण गावे वसवून स्थिरावलेल्या समाजांत पुरुष व महिलांच्या सामाजिक स्थानात फरक पडला हे निश्चित.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या 'बिग हिस्टरी – बिट्विन नथिंग अँड एव्हरिथिंग' या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

लेखक : **प्रियदर्शिनी कर्वे,** संचालक, समुचित एन्व्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : pkarve@samuchit.com

(कळीचे शब्द: प्रारंभिक शेतीचे प्रकार, स्थलांतर, जेरिको शहर, शेती व पशुपालनाचा निसर्गावर परिणाम, शेतीवर आधारित नागरी संस्कृती)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. मराठीतून चांगले विज्ञान वाचायला मिळावे, शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांच्या कुतूहलाला प्रोत्साहन मिळावे, अनुभवांना जोडून असलेल्या विज्ञानाची सहज ओळख व्हावी आणि समाजात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढावा, हे याचे उद्देश आहेत.

२०१८ सालापासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करत आहोत व इमेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून वाचकांपर्यंत पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक (ऐच्छिक) आम्हाला sandarbh.marathi@gmail.com वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील.

www.sandarbhsociety.org या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंकही त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत.

हा उपक्रम विनामूल्य आहे, पण आपण आपला सहभाग ऐच्छिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवू शकता. अधिक माहिती वेबसाइटवर उपलब्ध आहे.

- ***संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी***

इ- शैक्षणिक संदर्भ

सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

- २०१८ पासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करण्याची सुरुवात केली आणि आपला त्यास भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.
- आपल्याला इ-अंक हवा असल्यास संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवरून (www.sandarbhsociety.org) डाऊनलोड करू शकता, किंवा sandarbh.marathi@gmail.com या इ-मेलवर आपला इ-मेल पत्ता व व्हॉट्सप क्रमांक आम्हाला कळवावा.
- इ-अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की, आपला सहभाग वार्षिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.
- देणगीसाठी तपशील
  - ❖ रोख रक्कम कार्यालयात जमा करू शकता.
  - ❖ चेक किंवा डी डी : 'संदर्भ सोसायटी' या नावाने पुणे येथे वटणारा असावा.
  - ❖ इ-पेमेंट : Sandarbh Society

    Account No.: 20047006634

    Bank of Maharashtra, Mayur Colony, Pune

    IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरो टेक,

६, एकता पार्क, निर्मिती शोरूमच्या मागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे- ४.

फोन: ०२०-२५४६०१३८ (स. १० ते संध्या. ५, सोम. ते शनि.)